

P. W. Jung

Mainx 1974

Aus der Orthopädischen Klinik der Johannes
Gutenberg - Universität Mainz

Radiometrische Untersuchungen
der Zwischenwirbelräume L 3/L 4
und L 4/L 5 bei Osteoporose

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg - Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Paul - Werner Jung
aus Dernbach b. Montabaur
Mainz 1974

Fachbereichsdekan: Professor Dr. Langendorf

Referent: Professor Dr. P. Otte

Koreferent: Professor Dr. F. Brussatis



INHALTSVERZEICHNIS

I :	Einleitung	S. 4
II :	Material und Methodik	S. 10
	a) Material	
	b) Methodik	
III :	Ergebnisse	
	A: Ergebnisse der Tabellen 1 - 7	S. 19
	B: Ergebnisse der Tabellen 8 - 19	S. 27
	C: Ergebnisse der Tabellen 20 - 32	S. 40
	D: Ergebnisse der Tabellen 33 - 39	S. 49
IV :	Diskussion	
	A: Altersmäßige Abhängigkeit der Wirbelparameter v , h , g , EFl	S. 53
	B: Nordin Index und Hurxthal Index	S. 54
	C: Zwischenwirbelraumfläche EFl und Zwischenwirbelraumhöhe g	S. 56
V :	Zusammenfassung	S. 58
VI :	Literaturverzeichnis	S. 60

I : E I N L E I T U N G

In Extremfällen führt die Osteoporose zu dem charakteristischen Bild der Fischwirbel. Als kennzeichnend gelten die von verdickten Bandscheiben stark bikonkav eingedellten Wirbelkörper. Die bisher gültige Interpretation kann von SCHMORL (1931) (15) übernommen werden:

Von Seiten der Zwischenwirbelscheiben wirkt der Ausdehnungsdruck des Gallertkerns auf die angrenzenden Wirbelkörperoberflächen. Dieser Druck, der auf den normal gebauten Wirbelkörper abgestimmt ist, kann für einen osteoporotischen Wirbelkörper zu hoch sein. In einem solchen Falle buchtet sich die Zwischenwirbelscheibe, besonders in der Gegend des Gallertkerns, halbkugelig in die beiden benachbarten Wirbelkörper vor. Dabei werden die Knorpelplatten beträchtlich gedehnt. Diese Vorgänge werden durch Belastung und funktionelle Beanspruchung der Wirbelsäule verstärkt, weil dadurch der Gallertkern unter höheren Druck gesetzt wird, dem der osteoporotische Wirbel durch allmählichen Umbau, bisweilen unter gleichzeitiger Entwicklung kleiner Infraktionen nachgibt. Dabei ist es aber unerläßliche Voraussetzung, daß das Zwischenwirbelscheibengewebe keine Degeneration zeigt und daß insbesondere der Gallertkern seinen normalen Ausdehnungsdruck behalten hat.

JUNGHANNS (9) weist an anderer Stelle ausdrücklich darauf hin, daß die äußersten Teile des Faserrings sehr dicht gefügt sind und die Wirbelkörperperrandleisten fest aneinander klammern, so daß auch aus diesem Grunde bei unversehrten Zwischenwirbelscheiben eine Höhenzunahme in den Randteilen des Zwischenwirbelraums kaum möglich ist. Daß die Wirbelkörperschlußplatten besonders in ihren mittleren Abschnitten eingebuchtet werden, soll daran liegen, daß der elastische Kern infolge seiner Lage gerade auf diese Stellen einwirkt. Darüber hinaus sei das Einsinken der mittleren Abschnitte besonders dadurch begünstigt, daß jede Wirbelkörperoberfläche hier aus der siebartig durchlöcherten, wenig widerstandsfähigen

knöchernen Schlußplatte besteht. Der Rand der Wirbelkörperoberfläche werde dagegen von der knöchernen Randleiste mit ihrer dichten Knochenoberfläche gebildet, die in dieser Beziehung als ein Verstärkungsring aufzufassen sei.

BARNETT und NORDIN (1960, 1961) (1,2) machten bei ihren Bemühungen um einen radiologischen Osteoporose-Nachweis Gebrauch von dem Phänomen der Wirbelkörper-Eindellung. Neben einer peripheren Osteoporose-Formel (Osteoporosis score) inaugurierten sie einen Index (lumbar spine score). Ihm liegt die Beziehung der Höhe des Wirbelkörpers im Zentrum (a) zur Höhe der Wirbelkörper-Vorderkante (c) zugrunde.

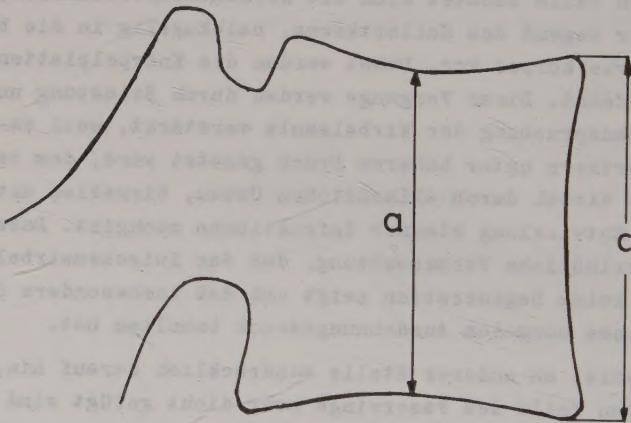


Abb.1: Wirbelkörper mit den zur Bestimmung des NORDIN Index eingezeichneten Strecken

Das Höhenverhältnis wird in Prozenten ausgedrückt und als Maß für die Ausprägung der Osteoporose vorgeschlagen. Aufgrund von 135 Aufnahmen von Patienten ohne Erkrankung der Lendenwirbelsäule wurde ermittelt, daß der Normwert über 80 Prozent liegt. Werte unter 80% werden von den Autoren als spinale Osteoporose angesprochen.

Die Autoren (1961) teilen jedoch mit, daß nicht selten Röntgenbilder mit einwandfreier Osteoporose gesehen werden, die keine Bikonkavität der Wirbelkörper unter 80% aufweisen. In Verbindung mit der Bestimmung der relativen Dichte von Wirbelkörper und Bandscheibe ergab sich, daß zwar eine deutliche Korrelation mit dem Index besteht, andererseits aber in vielen Fällen bei pathologischer Dichteverminderung der Wirbelkörper-Index im Normbereich lag. Bei weiterer Kontrolle ergab sich, daß sich eine Eindellung erst in einem Stadium der Osteoporose entwickelt, wenn die radiographische Dichte annähernd auf diejenige des Diskus herabgesunken ist.

SIEGELMANN (16) stellte 1969 auf dem Osteoporose-Symposium in New York ein neues Maß für die radiometrische Bestimmung des Osteoporose-Grades vor. Er bezieht sich dabei auf Untersuchungen von HURXTHAL (1968) (7). Diese hatten das Ziel, einige Meßstrecken an Wirbelkörpern junger und alter Patientinnen zu vergleichen. Bei 10 jungen Frauen (Durchschnitt 22 Jahre) und 10 älteren Frauen (Durchschnitt 62 Jahre) wurden neben der vorderen und hinteren Wirbelkörperhöhe auch die Höhe des Zwischenwirbelraumes und die Höhe des Wirbelkörpers im Zentrum ermittelt. Zusätzlich erfolgte die Bestimmung der Vorderkantendistanz und der Hinterkantendistanz. Während HURXTHAL (7) seine Daten lediglich zur Information über die Häufigkeit der vorderen Wirbelkörperkompression im Vergleich zu einem Osteoporosefall verwandte, hat SIEGELMANN (16) aus dem Verhältnis der Diskushöhe (g) zur Wirbelkörper-Zentrumhöhe (a) (Abb. 2) einen Quotienten gebildet und für den Grenzwert (0,35 oder 35%) auf die Normalzahlen von HURXTHAL (7) zurückgegriffen. Diese betragen für den Diskus $L\ 3/4 \times = 10,2\text{ mm}$ und die mittlere Wirbelkörperhöhe von $L\ 4 \times = 34,0\text{ mm} = 35\%$.

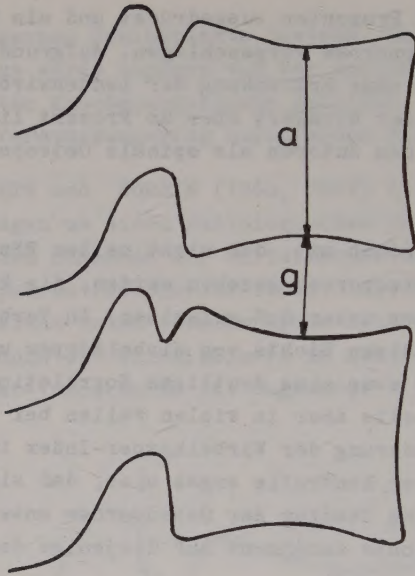


Abb. 2: Darstellung der Strecken zur Bestimmung des sog. HURXTHAL Indexes. Erläuterungen s. Text

In der zugänglichen Literatur ist keine Studie bekannt geworden, die sich des HURXTHAL-Index bedient hat. OTTE (1971) (11) bringt ihn in Zusammenhang mit einer seitlichen Röntgenaufnahme der Lendenwirbelsäule zur Sprache. Bei dem abgebildeten Fall einer gesicherten Osteoporose mit auffallend breitem Zwischenwirbelraum betrug der Index 0,5. CALDWELL (1962) (4) hat an einem Sektionsgut von 300 Fällen, die nicht ausgewählt waren und alle Altersgruppen umfassen, die Knochendichte mit Hilfe einer Aluminium-Skala bestimmt und hiermit die Indexzahlen nach NORDIN (1,2) in Beziehung gesetzt. 51 Fälle wurden aufgrund der Knochendichte als Osteoporose angesehen. Der NORDIN-Index betrug im Durchschnitt 80% mit einem Bereich zwischen 55% und 93%. Die Lendenwirbelkörper (L 4) von 29 Fällen mit einem hohen Knochendichtewert (Aluminium-Skala über 8) hatten einen mittleren NORDIN-Index von 86% mit

einem Bereich von 73 bis 113. Insgesamt ergab sich, daß mehr als 60% der Testwirbel bei Osteoporose keine markante Bikonkavität (NORDIN-Index unter 80%) aufwiesen und daß umgekehrt ein kleiner Prozentsatz von Wirbeln mit normaler Knochendichte eine ausgeprägte Bikonkavität zeigte. Aus diesem Grunde sei das Ausmaß der Bikonkavität kein quantitatives Röntgenzeichen für die Osteoporose.

OTTE (1971) (11) konnte Beispiele für die Verbreiterung des Bandscheibenraumes bei Osteoporosen auffinden, bei denen die Distanz der vorderen und hinteren Wirbelkanten außerhalb der doppelten Standardabweichung der Mittelwerte lagen, die von GOIHL (1971) (6) durch Auswertung von 400 Röntgenaufnahmen ermittelt wurden. Hierdurch wurde WIETEK (1971) (17) veranlaßt, aus dem Material von GOIHL (6) die Fälle mit überdurchschnittlich großen Bandscheibenhöhen auszusondern und auf Osteoporosezeichen hin zu überprüfen. Unter den 24 Fällen, bei denen beide Meßwerte über der Standardabweichung des Mittelwertes lagen, fanden sich 15 x mindestens 2 von 3 röntgenologischen Osteoporosezeichen (Transparenz der Wirbelkörper, strähnige Zeichnung oder hervortretende Rahmenzeichnung der Wirbelkörper). Bei Unterteilung des Materials in Patienten unter 50 und über 50 Jahre waren es bei 11 Fällen 4 mit Porosekriterien bzw. bei 13 Fällen 11 mit Porosekriterien.

Bei erleichterten Auswahlbedingungen mit einer Vergrößerung der Hinterkantendistanz gegenüber dem Mittelwert nur um die halbe Standardabweichung waren es 38 Fälle wovon sich 22mal Porosezeichen fanden. Diese Erweiterung des Auswahlkriteriums erschien berechtigt, weil mit zunehmender Bandscheibenverbreiterung die Lendenlordose zunimmt, so daß der Zwischenwirbelraum ventral etwas stärker zum Klaffen kommt als dorsal.

Bei dieser nachträglich modifizierten Auswertung (OTTE 1974) (13) der Untersuchungsergebnisse von WIETEK (1971) (17) ergibt sich eine ansteigende Häufigkeit der Osteoporosefälle mit zunehmender Wirbelkörperkanten-Distanz. Diese über_zufällig häufige Kombination von verbreiterten Zwischenwirbelräumen mit Osteoporosezeichen spricht

für die von OTTE (1971) (11) vorgetragene Vermutung einer Einbeziehung des Bandscheibengewebes in den Osteoporose-Prozess. Wesentlich ist sein Hinweis, daß die Volumenvermehrung der Bandscheibe nicht nur eine Folge der Eindellung der Wirbelkörperplatten ist. Unabhängig von dem Auftreten der bikonkaven Eindellung kommt es auch zu einer Liftung der Wirbelkörper (OTTE 1972) (12) im Ausmaß der Vergrößerung der Wirbelkörperkanten-Distanzen. Hierbei ergibt sich offensichtlich ein gewisser Widerspruch zu den eingangs zitierten Darstellungen von JUNGHANNS (9), der in der Festigkeit des Faserringes eine für den Quellungsdruck unüberwindliche Behinderung erblickte.

Die bisherigen Bemühungen um eine Quantifizierung der Osteoporose bzw. um eine Ermittlung der Frühstadien auf radiometrischem Wege haben verschiedene aussichtsreiche Ansätze geliefert. Nachteilig wirkt sich jedoch aus, daß die meisten Daten ohne Bezug auf eine der anderen Meßmethoden ermittelt wurden. Die vorliegende Studie wurde unternommen, um an einem größeren Material auslesefreier Patienten ohne definitive Wirbelsäulenerkrankung im Vergleich mit einem Kollektiv unkomplizierten Osteoporosen sowohl die Wirbelkandendistanzen als auch die Indizes von NORDIN (1,2) und HURXTHAL (7) nachzuprüfen und durch die Berechnung der Abbildungs-Fläche der Bandscheibe zu ergänzen.

II: M A T E R I A L u n d M E T H O D I K

a) Material

Es wurden 500 Röntgenbilder der seitlichen Lendenwirbelsäule von Patienten der Rheuma-Klinik Bad Kreuznach aus den Jahren 1962 bis 1969 ausgewertet. Alle Röntgenaufnahmen sind unter ständig gleichen Bedingungen wie gleichem Röhre-Focus Abstand (1,50 m), Justierung des Mittelstrahls auf LWK 3, gleiche Bildröhre und von demselben Hilfspersonal aufgenommen.

Zunächst wurde das Osteoporose-Kollektiv aufgestellt. In diese Gruppe aufgenommen wurden diejenigen Röntgenbilder, die nach der Beurteilung des Röntgenfacharztes der Rheuma-Klinik aufgrund allgemeiner röntgenologischer Kriterien wie vermehrte Transparenz der Wirbelkörper, vermehrte strähnige Zeichnung der Spongiosa und stark hervortretende Rahmenzeichnung der Wirbelkörper, eine Osteoporose der Wirbelsäule zeigten. Dann wurde eine gleich große Kontrollgruppe aufgestellt von Wirbelsäulenbildern, die frei waren von jeglichen pathologischen Veränderungen.

Eine weitere Unterteilung dieser beiden Gruppen erfolgte zunächst nach Geschlecht, so daß sich insgesamt 4 Gruppen ergaben. Die einzelnen Gruppen wurden jetzt noch altersmäßig in Altersklassen von

I	40 - 49 Jahre
II	50 - 59 Jahre
III	60 - 69 Jahre
IV	über 70 Jahre

aufgeteilt. Nachträglich aus der Bewertung herausgenommen wurden diejenigen Röntgenaufnahmen, bei denen durch eine verzerrte Projektion der Abbildung wegen einer Skoliose oder ungenauer Justierung des Zentralstrahles des Röntgengerätes auf den 3.LWK die Strecken nicht korrekt gemessen werden konnten. So ergeben sich in manchen Gruppen für den Zwischenwirbelraum L 3/L 4 andere Fallzahlen als für L 4/L 5. Ebenso weisen die Mittel-

werte der gemessenen Strecken zuweilen in der gleichen Gruppe geringfügig andere Fallzahlen dadurch auf, daß manche Strecken durch oben angegebene Umstände nicht vermessen werden konnten. Nachfolgende Tabelle zeigt noch einmal zahlenmäßig die Aufteilung.

Weibliche Personen

L 3/L 4	Osteoporosegruppe	183, Kontrollgruppe	187, total	370
L 4/L 5	Osteoporosegruppe	136, Kontrollgruppe	164, total	300

Männliche Personen

L 3/L 4	Osteoporosegruppe	57, Kontrollgruppe	57, total	114
L 4/L 5	Osteoporosegruppe	52, Kontrollgruppe	57, total	105

Im Osteoporose-Kollektiv der Männer waren die Fallzahlen für die Altersklasse I mit 5 und die Altersklasse IV mit 3 zu gering besetzt. Es wurden deshalb keine entsprechenden Kontrollgruppen aufgestellt.

b) Methodik

Die Röntgenbilder wurden auf einem Schaukasten, der waagrecht gelegt war, befestigt und bis auf den gewünschten Bildausschnitt ausgeblendet. Die Meßpunkte wurden zur genaueren Messung mit einem dünnen Bleistift markiert und anschließend die Entfernungen zweimal gemessen und die gewonnenen Werte gemittelt.

Mit einem durchsichtigen Plastiklineal mit Millimetereinteilung wurden folgende Strecken gemessen:

- v = vorderer Wirbelkörperkantenabstand
- h = hinterer Wirbelkörperkantenabstand
- d = unterer querer Wirbelkörperdurchmesser
- g = Höhe des Zwischenwirbelkörpers
- a = Wirbelkörperhöhe in der Mitte
- c = Wirbelkörpervorderkantenhöhe

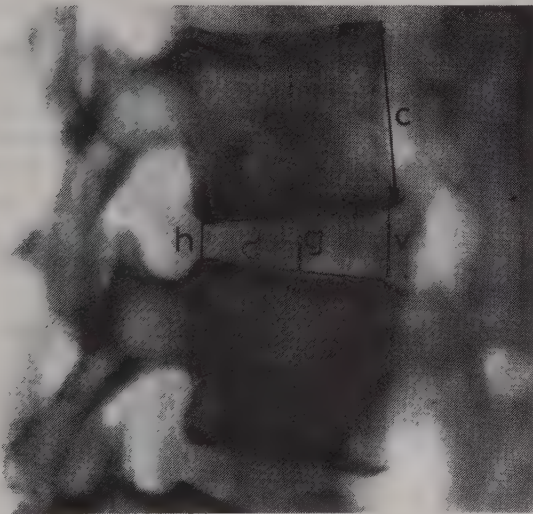


Abb. 3 Röntgenbild der Lendenwirbelkörper L 3 und L 4 und Zwischenwirbelraum L 3/L 4 mit den eingezeichneten vermessenen Strecken

Traten durch nicht exakte Justierung des 3. Lendenwirbelkörpers Doppellinien des unteren und oberen Wirbelkörperandes auf, so wurden 2 Strecken gemessen:

- a) der Abstand der plattennahen Ränder
- b) der Abstand der plattenfernen Ränder.

Diese beiden unterscheiden sich im Röntgenbild durch eine verstärkte Zeichnung der plattennahen Wirbelkörperkanten. Der Mittelwert der beiden Strecken gibt den Abstand der Wirbelkörperdeckplatten an.

Zur Ermittlung des NORDIN-Index wurde der Quotient aus Wirbelkörpermittenhöhe (a) und Wirbelkörper-Vorderkantenhöhe (c) gebildet.

In Anlehnung an SIEGELMANN (16) wurde das Verhältnis von Zwischenwirbelraummittenhöhe und Wirbelkörpermittenhöhe (g durch a) gebildet, das im folgenden als HURXTHAL-Index bezeichnet wird.

Die Fläche des Zwischenwirbelraumes wurde aus den Strecken, v, d, h, als Trapez errechnet. Weil sie jedoch zu ungenau die Abbildungsfläche der Bandscheibe repräsentiert, wurde zusätzlich die sog. Endfläche (Efl) dargestellt. Sie setzt sich zusammen aus der Fläche des Trapezes und den Flächen von zwei Kreisabschnitten, die auf den Seitenlinien (d) aufgelagert sind (Abb. 4).

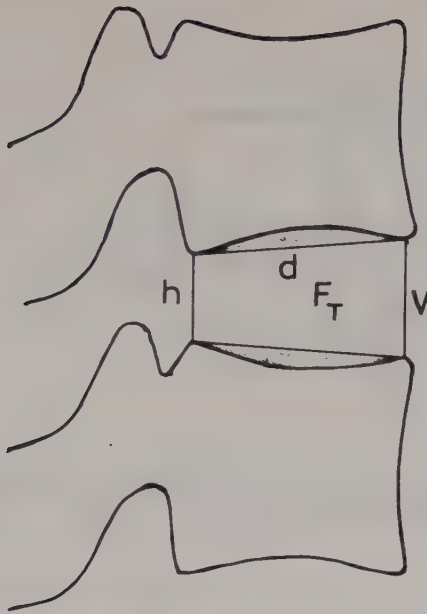


Abb. 4: Schematische Darstellung der Fläche des Zwischenwirbels, die aus methodischen Gründen in die Fläche eines Trapezes (F_T) und in die Fläche zweier Kreisausschnitte zerlegt wurde.

F_T = Fläche des Trapezes,

F_K = Fläche des Kreisausschnittes

Die Endfläche (E_{Fl}) setzt sich zusammen aus der Fläche des Trapezes und den Flächen der beiden Kreisabschnitte, die auf den Seitenlinien "d" aufgelagert sind.

$$E_{Fl} = F_T + 2 F_K$$

Für die Fläche des Trapezes gilt:

$$F_T = e \cdot b$$

wobei e = Höhe des Trapezes

b = Mittellinie des Trapezes

ist.

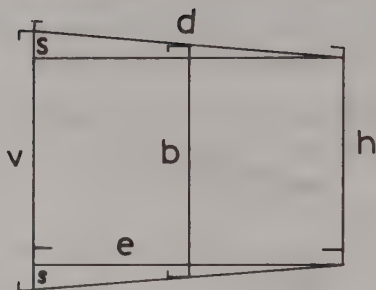


Abb. 5: Trapezfläche (F_T) mit den zur Errechnung notwendigen Parametern. Erläuterungen s. Text

Die Mittellinie b berechnet sich aus den beiden gemessenen Strecken v und h wie folgt:

$$b = \frac{v + h}{2}$$

und die Höhe e ist gegeben durch

$$e^2 = d^2 - s^2 = d^2 - \left(\frac{v - h}{2}\right)^2$$
$$e = \sqrt{d^2 - \left(\frac{v - h}{2}\right)^2}$$

Damit gilt für die Fläche F_T des Trapezes:

$$F_T = \frac{v + h}{2} \cdot \sqrt{d^2 - \left(\frac{v - h}{2}\right)^2}$$

Zu dieser Trapezfläche werden die Flächen der beiden Kreissegmente, die auf den beiden Seitenlinien aufgelagert sind, addiert.

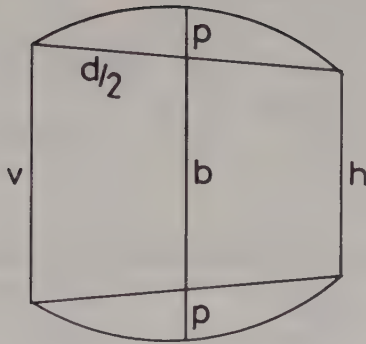


Abb. 6: Schematische Darstellung der Sagittalfläche des Zwischenwirbelraumes, bestehend aus der Fläche eines Trapezes und zweier Kreisausschnitte

Die Fläche eines Kreisabschnittes ist gegeben durch die Gleichung:

$$F_K = \frac{r^2}{2} \cdot \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \sin \alpha \right)$$

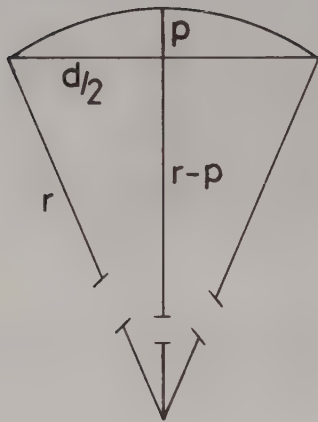


Abb. 7: Fläche des Kreisausschnittes mit den zur Berechnung notwendigen Parametern

Der Radius r und der Winkel α sind in dieser Gleichung unbekannt.

Für p gilt $g - b = 2p$

$$p = \frac{g - b}{2}$$

wobei vernachlässigt wurde, daß p nicht genau den Kreis im Scheitelpunkt trifft, da die Seitenlinie d nicht genau senkrecht auf der Mittellinie b steht.

Für den Radius r gilt:

$$r^2 = (r - p)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$r = \frac{p^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}{2p}$$

Der Winkel α ist gegeben durch die folgende Beziehung

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{d/2}{r} = \frac{d}{2r}$$

$$\frac{\alpha}{2} = \arcsin \frac{d}{2r}$$

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{d}{2r}$$

Fälle mit ungenauer Projektion wurden von dieser Bestimmung ausgenommen, wenn

$$2p = g - b \text{ größer } \approx 0,5 \text{ mm war.}$$

Die Zwischenwirbelraumfläche wurde gleich der Trapezfläche für diejenigen Fälle, bei denen diese Differenz zwischen

$$0 \geq g - b \geq - 0,5 \text{ mm lag.}$$

Zur Kontrolle der errechneten Endfläche wurde mit einem Planimeter die Gesamtfläche der Zwischenwirbelkörperräume L_3/L_4 und L_4/L_5 an sieben wahllos herausgesuchten Röntgenaufnahmen bestimmt. Dieses Instrument, das durch Umfahren des Umfangs einer Fläche in einer Richtung mit einem Zählrad den Flächeninhalt angibt, wurde vom Geologischen Institut der Universität Mainz zur Verfügung gestellt. Beim Vergleich der errechneten mit der gemessenen Fläche zeigte sich, daß die ausgemessene Zwischenwirbelkörperfläche konstant bei allen Bildern um 10% größer war. Für den angestrebten Vergleich beider Probandengruppen ist dies von keiner Bedeutung und erlaubt uns die Anwendung dieser Methode.

ER G E B N I S S E

A : Ergebnisse der Tabellen 1 - 7

Zum Überblick über das Verhalten des Zwischenwirbelraumes während des Alterns wurde sowohl bei dem Normalkollektiv als auch bei der Osteoporose-Gruppe eine einfache Varianzanalyse mit anschließendem SCHEFFÉ-Test zwischen den Altersgruppen für die Wirbelparameter v , h , g , F und EFl durchgeführt.

F-Wert, Signifikanz der einfachen Varianzanalyse und das Ergebnis der orthogonalen Kontraste mit Hilfe des SCHEFFÉ-Test ist in den Tabellen 1 bis 7 dargestellt. In der Normalpersonen-Gruppe, siehe Tabellen 1 bis 3, können wir zwar eine Verringerung der Wirbelparameter durch die einzelnen Altersklassen von 40 bis über 70 Jahren verfolgen.

Diese Verringerung wird jedoch nicht bei allen Wirbelparameter signifikant. Ein deutlicher Unterschied wird jedoch für alle Meßgrößen zwischen der Gruppe der Männer und Frauen festgestellt. Der Mittelwert für die betreffenden Wirbelparameter liegt bei Frauen in der gleichen Altersklasse niedriger als bei den Männern, wobei bei den Frauen die genannten Mittelwerte in der Altersklasse (50 bis 59 Jahre) noch niedriger liegen als bei den Männern in der Altersklasse von 60 bis 69 Jahren. Betrachten wir die Varianzanalyse innerhalb der pathologischen Altersgruppen, siehe Tabellen 4 bis 7, so läßt sich mit vereinzeltem Auftreten von signifikanten Unterschieden keine systematische Veränderung der Parameter erkennen.

Alter	n	v + s (mm)	h + s (mm)	d + s (mm)	g + s (mm)	F + s (mm ²)	EFL + s (mm ²)
40 - 49	11	9,7 ± 1,08	8,1 ± 0,69	37,5 ± 2,16	10,3 ± 1,13	328,8 ± 29,99	362,3 ± 32,68
50 - 59	146	9,5 ± 1,43	7,5 ± 1,23	38,0 ± 2,62	9,9 ± 1,39	323,6 ± 53,72	359,6 ± 59,28
60 - 69	30	10,2 ± 1,69	7,1 ± 1,37	39,3 ± 2,10	10,0 ± 1,47	340,7 ± 54,76	376,2 ± 59,13
F - Wert	187	3,21356	2,64912	3,64755	0,41309	1,31379	1,01262
Sign. des F - Wertes und lin. Kontraste in den Gruppen		*	-	*	-	-	-
		2 - 3 *		2 - 3 *	.		

Tab. 1: Tabellarische Aufstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Wirbelparameter im Zwischenwirbelraum L₃/L₄ in der Gruppe "Frauen Osteoporosefrei"

* bedeutet signifikanter Unterschied auf dem 5 % Niveau der Irrtumswahrscheinlichkeit

** bedeutet signifikanter Unterschied auf dem 1 % Niveau der Irrtumswahrscheinlichkeit

- bedeutet kein signifikanter Unterschied

Alter	n	v + s(mm)	h + s(mm)	d + s(mm)	g + s(mm)	F + s(mm ²)	EF1 + s(mm ²)
40 - 49	7	10,8 ± 1,56	8,4 ± 0,98	37,6 ± 1,77	10,3 ± 1,10	360,7 ± 44,12	380,0 ± 37,91
50 - 59	131	10,2 ± 1,93	7,4 ± 1,57	38,4 ± 2,71	9,8 ± 2,42	337,8 ± 66,96	363,3 ± 83,24
60 - 69	26	9,7 ± 1,86	6,6 ± 1,51	39,8 ± 5,76	9,1 ± 1,66	325,0 ± 64,23	350,0 ± 65,93
F - Wert	164	1,16022	4,78031	3,69174	1,26671	0,89484	0,49102
Sign. des F-Wertes und			*	*	-	-	-
er lin. Kontraste in den Gruppen			1 - 3 *	2 - 3 *			

Tab. 2: Tabellarische Aufstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Wirbelparameter im Zwischenwirbelraum L₄/L₅ in der Gruppe "Frauen Osteoporosefrei"

Alter	n	v + s	h + s	d + s	g + s	f + s	EF1 + s
50 - 59	38	$10,3 \pm 1,63$	$8,1 \pm 1,16$	$42,9 \pm 2,92$	$10,7 \pm 1,50$	$394,7 \pm 67,66$	$439,8 \pm 72,21$
60 - 69	19	$10,8 \pm 1,16$	$7,7 \pm 1,33$	$43,4 \pm 2,95$	$11,2 \pm 1,16$	$403,0 \pm 57,62$	$459,3 \pm 60,45$
F - Wert	57	1,19234	1,16866	0,64385	1,27313	0,45767	1,01196
Sign. des F - Wertes und berlin. Kontraste in den Gruppen	-	-	-	-	-	-	-

Alter	n	v + s	h + s	d + s	g + s	f + s	EF1 + s
50 - 59	32	$11,4 \pm 1,99$	$7,8 \pm 1,24$	$43,1 \pm 2,96$	$10,5 \pm 1,77$	$405,7 \pm 57,31$	$434,0 \pm 65,76$
60 - 69	20	$11,5 \pm 1,43$	$7,3 \pm 1,37$	$43,4 \pm 2,96$	$10,4 \pm 1,51$	$413,4 \pm 70,33$	$440,4 \pm 82,21$
F - Wert	52	0,19513	1,35884	0,35556	0,20933	0,41124	0,29396
Sign. des F - Wertes und berlin. Kontraste in den Gruppen	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 3: Tabellarische Aufstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Wirbelparame-
ter im
Zwischenwirbelraum L_3/L_4 und L_4/L_5 in der Gruppe "Männer Osteoporosefrei"

Alter	n	v + s (mm)	h + s (mm)	d + s (mm)	g + s (mm)	F + s (mm ²)	EF1 + s (mm ²)
40 - 49	8	11,1 ± 2,21	8,8 ± 1,07	40,1 ± 1,64	10,7 ± 1,51	398,6 ± 62,7	418,8 ± 67,01
50 - 59	87	11,1 ± 1,90	7,5 ± 1,65	39,0 ± 2,88	10,8 ± 1,58	363,7 ± 70,95	402,1 ± 74,42
60 - 69	67	10,9 ± 1,93	7,7 ± 1,56	39,5 ± 2,52	10,9 ± 1,50	367,7 ± 61,31	411,1 ± 66,24
> 70	21	10,1 ± 1,94	6,1 ± 1,53	39,2 ± 2,70	9,7 ± 1,85	320,2 ± 73,84	361,2 ± 75,23
F - Wert	183	1,51653	7,16665	0,85136	3,32272	3,63365	2,79252
Sign. des F - Wertes und		-	*	-	*	*	*
derlin. Kontraste in den Gruppen			1 - 4 ** 2 - 4 **		3 - 4 *		

Tab. 4: Tabellarische Aufstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Wirbelparameter im Zwischenwirbelraum L₃/L₄ in der Gruppe "Patholog. Frauen"

Tab. 5: Tabellarische Aufstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Wirbelparamester im Zwischenwirbelraum L₄/L₅ in der Gruppe "Patholog. Frauen"

Alter	n	v + s (mm)	h + s (mm)	d + s (mm)	g + s (mm)	F + s (mm ²)	EF1 + s (mm ²)
40 - 49	3	12,0 ± 2,94	9,5 ± 1,73	40,6 ± 1,38	11,3 ± 2,33	456,0 ± 84,46	474,0 ± 93,74
50 - 59	66	11,7 ± 2,04	7,8 ± 1,65	39,0 ± 2,85	10,7 ± 1,80	381,3 ± 74,6	406,9 ± 33,12
60 - 69	52	11,3 ± 2,30	7,6 ± 1,90	39,7 ± 2,79	10,3 ± 1,97	369,9 ± 81,99	394,1 ± 38,0
> 70	15	10,8 ± 2,57	6,1 ± 1,68	38,7 ± 2,52	9,9 ± 2,02	346,2 ± 83,98	386,7 ± 74,92
F - Wert	136	0,94141	5,81096	1,11852	1,14601	1,93997	1,11184
Sign. des F - Wertes und		-	* *	-	-	-	-
ierlin. Kontraste in den Gruppen			1 - 4 * 2 - 4 * 3 - 4 *				

Alter	n	v + s(mm)	h + s(mm)	d + s(mm)	g + s(mm)	F + s (mm ²)	EFL + s (mm ²)
40 - 49	5	11,5 ± 2,45	9,1 ± 2,79	43,7 ± 2,59	13,0 ± 2,26	454,6 ± 132,31	533,0 ± 132,66
50 - 59	27	12,3 ± 1,63	8,6 ± 1,85	44,0 ± 3,08	12,0 ± 1,72	460,7 ± 80,07	504,9 ± 84,08
60 - 69	21	12,6 ± 1,39	8,8 ± 1,89	43,8 ± 3,27	12,6 ± 1,30	470,1 ± 82,64	524,0 ± 77,79
> 70	4	13,8 ± 0,96	7,8 ± 1,89	47,1 ± 4,40	12,5 ± 2,65	509,6 ± 106,30	567,6 ± 152,31
F - Wert	57	1,63822	0,41264	1,27953	0,83742	0,40392	0,64888
Sign. des F - Wertes und klin. Kontraste in den Gruppen		-	-	-	-	-	-

Tab. 6: Tabellarische Aufstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Wirbelparameter im Zwischenwirbelraum L₃/L₄ in der Gruppe "Patholog. Männer"

Alter	n	v + s (mm)	h + s (mm)	d + s (mm)	g + s (mm)	F + s (mm ²)	EFl + s (mm ²)
40 - 49	5	12,6 ± 2,07	8,0 ± 2,55	44,5 ± 2,6	12,0 ± 1,87	460,1 ± 99,16	510,5 ± 101,46
50 - 59	23	13,2 ± 2,45	8,5 ± 1,88	43,8 ± 2,68	11,8 ± 1,92	474,6 ± 87,96	506,25 ± 91,88
60 - 69	22	13,8 ± 2,28	8,3 ± 1,52	44,4 ± 3,23	12,3 ± 2,20	490,4 ± 93,40	528,5 ± 105,02
> 70	3	13,7 ± 2,08	6,3 ± 2,52	44,0 ± 5,29	11,0 ± 3,61	446,1 ± 154,80	483,2 ± 196,54
F - Wert	53	0,45511	1,27245	0,18747	0,42250	0,30652	0,27126
Sign. des F - Wertes und		-	-	-	-	-	-
den lin. Kontraste in den Gruppen							

Tab. 7: Tabellarische Aufstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Wirbelparamester im Zwischenwirbelraum L₄/L₅ in der Gruppe "Patholog. Männer"

B : Ergebnisse der Tabellen 8 - 19

In den Tabellen Nr. 8 und 9 werden die Mittelwerte für den Grenzwert des HURXTHAL-Indexes für beide Kollektive "Normal und Pathologisch" nach Männern und Frauen getrennt in den einzelnen Altersklassen und in der letzten Zeile ohne Altersgruppierung angegeben. Desgleichen finden wir in der Abbildung 10 und 11 die Mittelwerte für den Grenzwert des NORDIN-Indexes. Zwischen den beiden Kollektiven "Normal und Pathologisch" wurde in jeder Altersklasse ein t-Test für unverbundene Stichproben durchgeführt. Wenn wir dabei einmal von den gering besetzten Gruppen absehen, unterscheiden sich die Mittelwerte in der Osteoporosegruppe signifikant von den Mittelwerten in der Normalgruppe. Außerdem liegen die Grenzwerte des HURXTHAL-Indexes sowohl in der Osteoporosegruppe als auch in dem Normalkollektiv bei den weiblichen Probanden wesentlich niedriger als bei den männlichen Probanden. Diese letztgenannte Differenz zwischen den Grenzwerten bei Frauen und Männern ist für die Grenzwerte des NORDIN-Indexes nicht festzustellen. Jedoch zeigen in der weiblichen Personengruppe die Grenzwerte des NORDIN-Indexes signifikante Erhöhungen in der Osteoporosegruppe gegenüber dem Normalkollektiv. Für das männliche Patientengut, das allerdings in den korrelierenden Altersklassen teilweise stark unterschiedlich besetzt ist, läßt sich diese Aussage nicht machen. Es tritt außer einem auffälligen Unterschied in einer Altersklasse keine Signifikanz zwischen Normal- und Osteoporose-Kollektiv auf.

In den Tabellen Nr. 12 bis 19 ist die Häufigkeitsverteilung für den HURXTHAL-Index und NORDIN-Index für jede Altersklasse dargestellt, wobei aus methodischen Gründen für den NORDIN-Index der Grenzwert von 80% auf 90% angehoben wurde. Nach dieser korrekativen Maßnahme finden wir, daß nun bei beiden Indices die Indexwerte in den pathologischen Gruppen gehäuft im pathologischen Bereich auftreten, respektive in den Normalgruppen die Indexwerte im Normalbereich vermehrt vorkommen. Die Streuung der Grenzwerte liegt jedoch beim HURXTHAL-Index im Mittel zwischen 20 und 50%. Beim NORDIN-Index zeigen die Grenzwerte eine Streubreite im Mittel zwischen 84 und 100%.

L_3/L_4

Gruppe	Alter (Jahre)	n	HU _{norm}	n	HU _{path}	t - Wert	Sign.
I	40 - 49	11	33,3 + 4,50	8	34,9 + 5,87	0,67402	-
II	50 - 59	145	32,6 + 4,94	88	36,4 + 5,87	5,29801	**
III	60 - 69	30	32,4 + 5,30	67	37,0 + 5,87	3,80055	**
IV	> 70		—	21	34,1 + 7,34		
	gesamt	186	32,7 ± 4,91	185	35,6 ± 6,24		

L_4/L_5

I	40 - 49	8	32,7 + 4,44	4	35,8 + 9,49	0,79236	-
II	50 - 59	129	31,1 + 6,09	65	36,2 + 8,41	4,82506	**
III	60 - 69	26	29,2 + 5,72	52	34,0 + 7,80	2,78235	**
IV	> 70		—	16	35,0 + 9,63		
	gesamt	163	31,0 ± 5,42	137	35,3 ± 8,83		

Tab. 8: t-Test des HURXTHAL Index in beiden Zwischenwirbelräumen der Frauengruppe zwischen den Altersklassen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Gruppe	Alter (Jahre)	n	HU _{norm}	n	HU _{path}	t - Wert	Sign.
I	40 - 49		—	5	43,4 + 7,63		
II	50 - 59	38	33,5 + 5,16	27	37,1 + 8,85	2,06548	*
III	60 - 69	19	35,8 + 3,87	21	42,2 + 5,81	4,05419	**
IV	> 70		—	4	43,5 + 11,0		
	gesamt	57	35,7 ± 4,52	57	41,6 ± 8,32		

I	40 - 49		—	5	43,4 + 7,63		
II	50 - 59	33	32,1 + 5,96	23	37,5 + 6,43	3,22976	**
III	60 - 69	20	32,4 + 5,95	22	40,7 + 9,30	3,40575	**
IV	> 70		—	4	36,9 + 12,52		
	gesamt	53	32,3 ± 5,96	54	39,6 ± 8,97		

Tab. 9: t-Test des HURYPHAL Index in beiden Zwischenwirbelräumen der Männergruppe zwischen den Altersklassen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Guppe	Alter (Jahre)	n	NO norm	n	NOpath	t - Wert	Sign.
I	40 - 49	11	92,5 + 3,20	8	90,8 + 3,93	1,03969	-
II	50 - 59	145	92,2 + 3,86	88	89,9 + 4,58	4,10662	**
III	60 - 69	30	92,5 + 3,66	67	89,7 + 3,77	3,41126	**
IV	> 70		—	21	87,2 + 6,70		
	gesamt	186	92,4 ± 3,57	174	89,4 ± 4,75		
L_4/L_5							
I	40 - 49	8	93,84 + 1,80	4	90,2 + 2,16	3,06968	*
II	50 - 59	129	93,3 + 3,07	65	90,5 + 11,04	2,68806	*
III	60 - 69	26	92,6 + 3,21	52	89,6 + 9,01	1,64195	-
IV	> 70		—	16	89,5 + 5,42		
	gesamt	155	93,3 ± 2,69	133	89,9 ± 6,91		

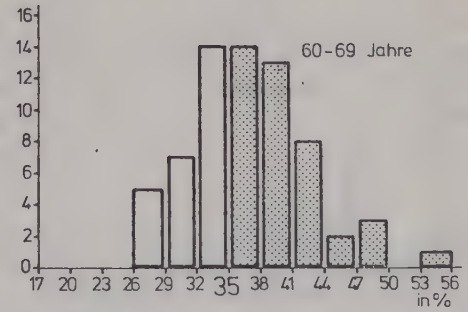
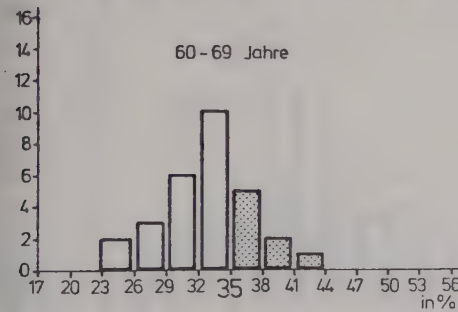
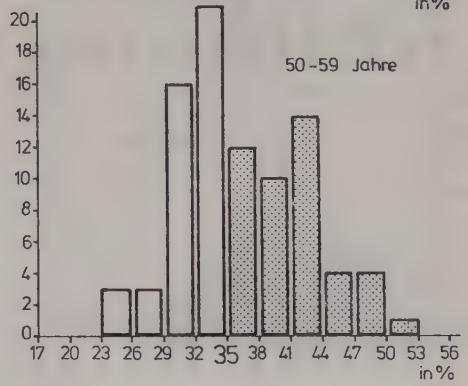
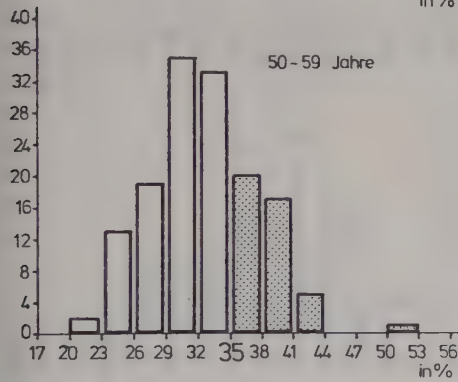
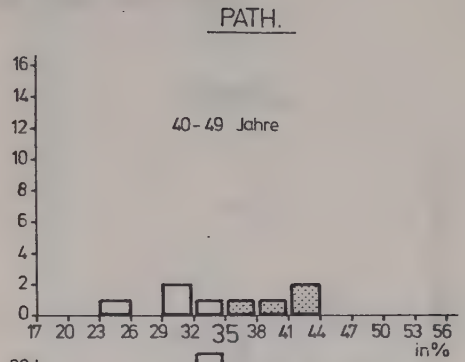
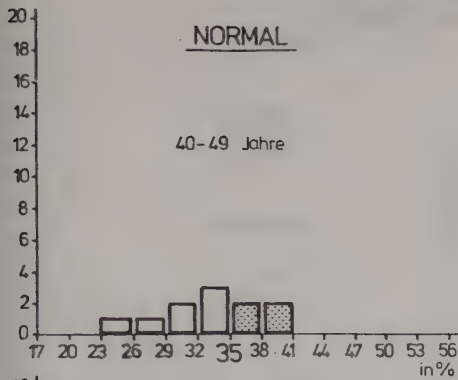
Tab. 10: t-Test des NORDIN Index in beiden Zwischenwirbelräumen der Frauengruppe zwischen den Altersklassen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Gruppe	Alter(Jahre)	n	NO _{norm}	n	NO _{path}	t - Wert	Sign.
I	40 - 49		—	5	86,5 + 2,13		
II	50 - 59	38	92,9 + 3,50	27	91,1 + 3,68	2,00040	*
III	60 - 69	19	90,7 + 3,44	21	89,2 + 3,76	1,31169	-
IV	> 70		—	4	90,7 + 5,63		
	gesamt	57	92,2 ± 3,48	57	89,4 ± 3,80		

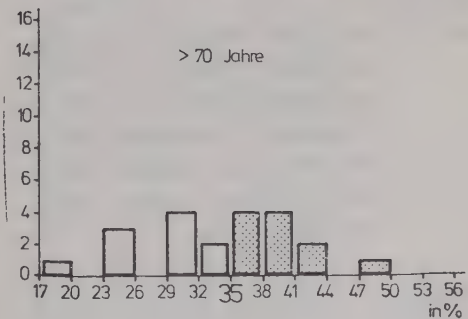
I	40 - 49		—	5	86,1 + 3,41		
II	50 - 59	33	93,5 + 2,88	23	92,3 + 5,49	1,06549	-
III	60 - 69	20	93,1 + 3,52	22	91,7 + 4,51	1,11341	-
IV	> 70		—	4	93,1 + 6,83		
	gesamt	53	93,3 ± 3,20	54	90,8 ± 5,06		

Tab. 11: t-Test des NORDIN Index in beiden Zwischenwirbelräumen der Männergruppe zwischen den Altersklassen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

HURXTHAL-INDEX L_3/L_4 FRAUEN

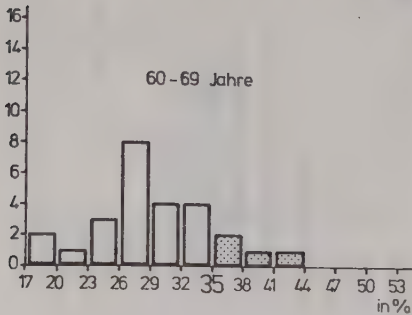
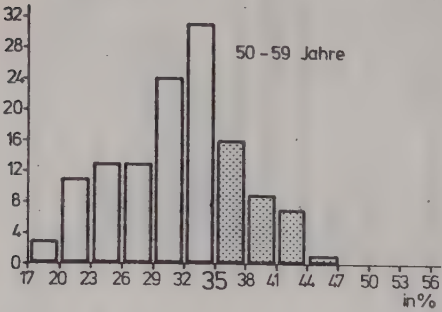
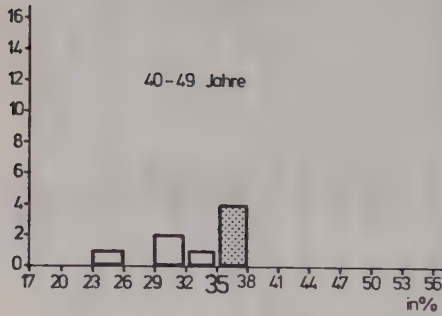


Tab.12: Häufigkeitsverteilung des HURXTHAL Index im Zwischenwirbelraum L_3/L_4 in den einzelnen Altersklassen der Frauen, getrennt in die Gruppen "normal" u. "pathologisch"

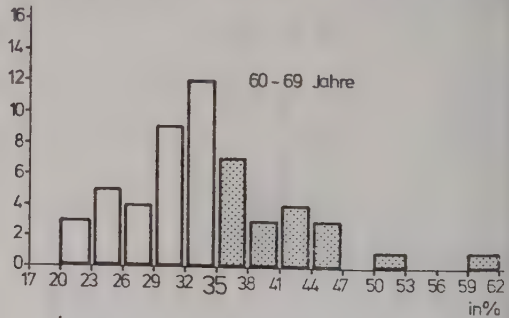
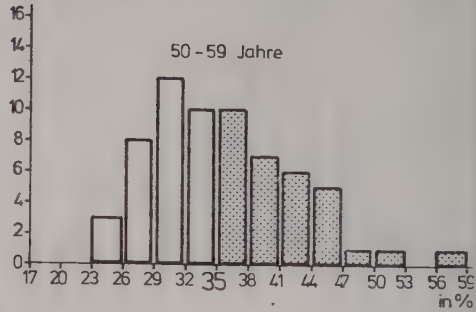
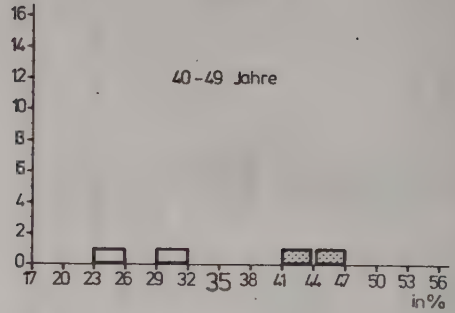


HURXTHAL-INDEX L_4/L_5 FRAUEN

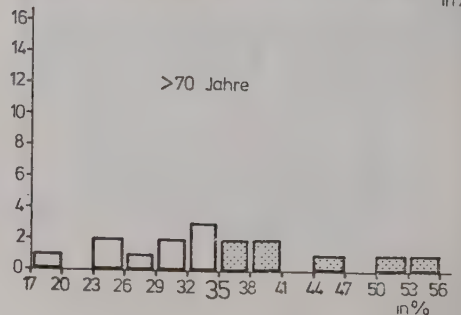
NORMAL



PATH.

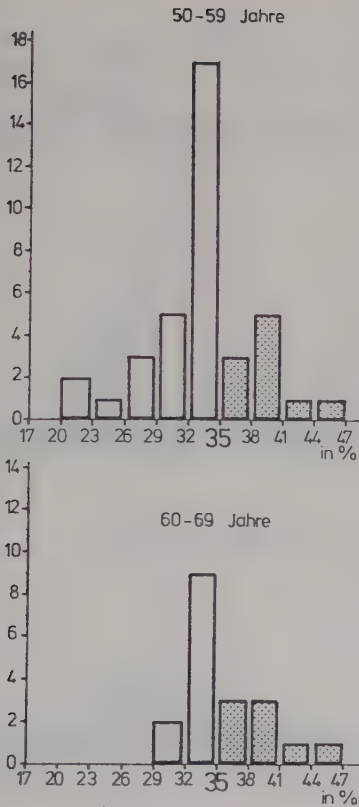


Tab.13: Häufigkeitsverteilung des HURXTHAL Index im Zwischenwirbelraum L_4/L_5 in den einzelnen Altersklassen der Frauen, getrennt in die Gruppen "normal" u. "pathologisch"

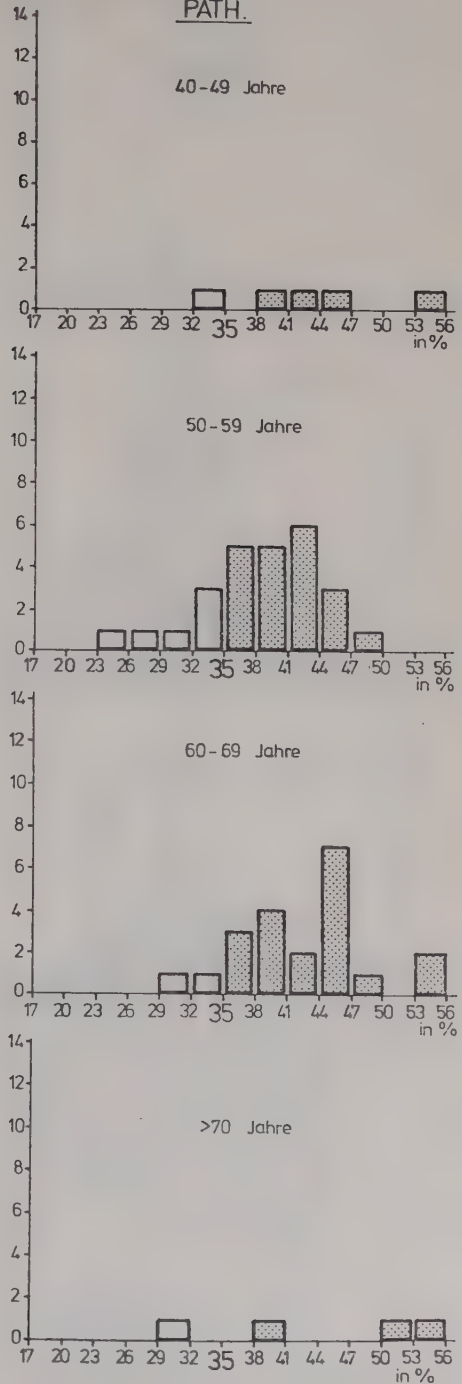


- 34 -
HURXTHAL-INDEX L₃/L₄
MÄNNER

NORMAL



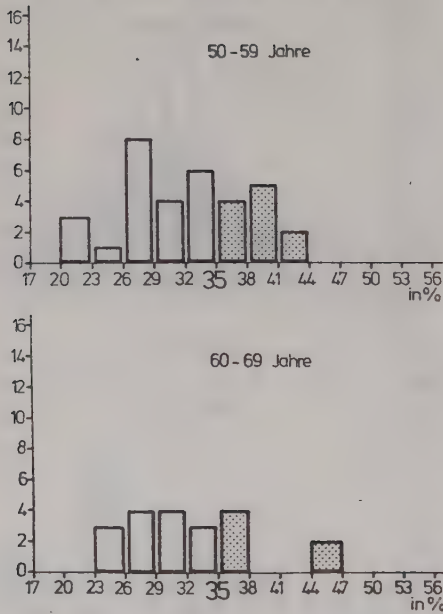
PATH.



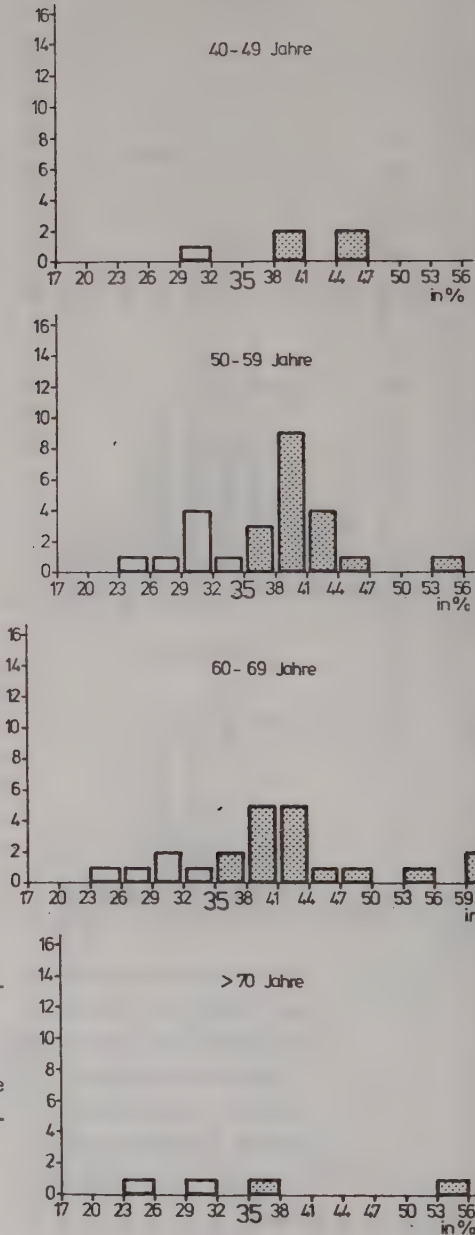
Tab.14: Häufigkeitsverteilung
 des HURXTHAL Index im
 Zwischenwirbelraum L₃/L₄
 in den einzelnen Alters-
 klassen der Männer, ge-
 trennt in die Gruppen
 "normal" u. "patholo-
 gisch"

HURXTHAL-INDEX L₄ / L₅ MÄNNER

NORMAL



PATH.

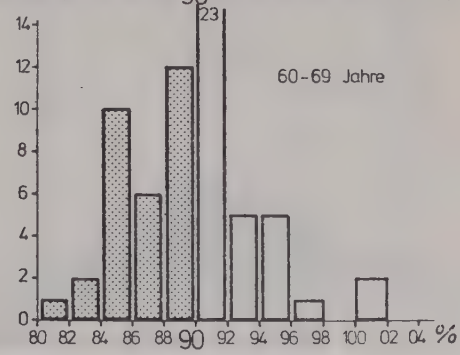
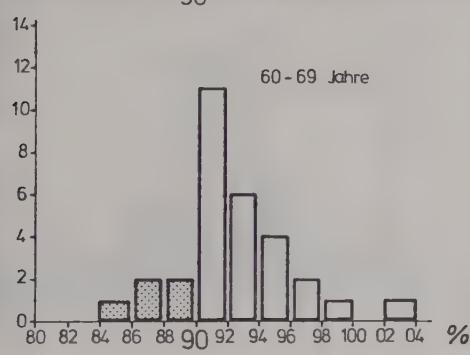
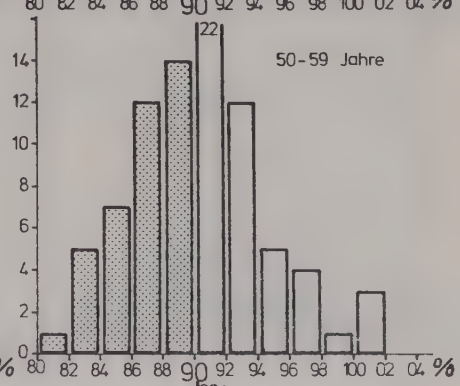
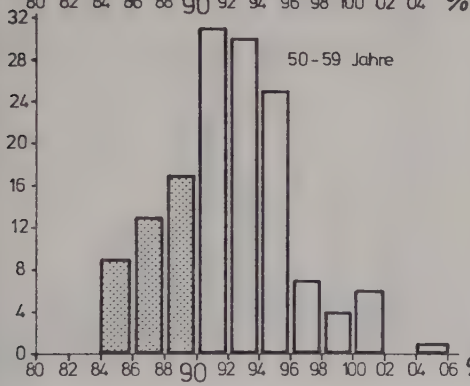
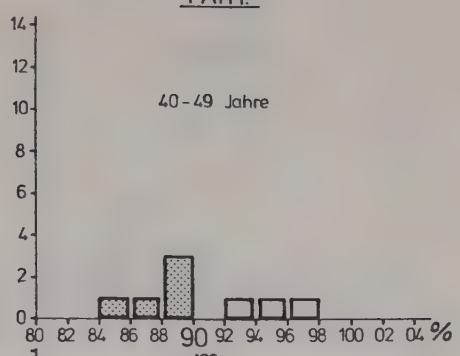
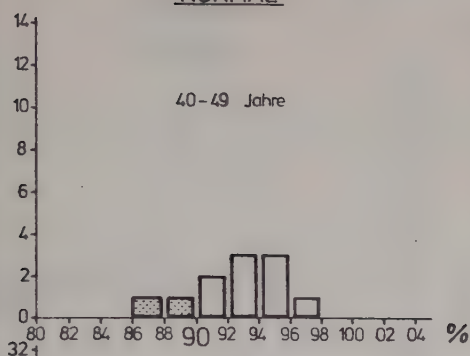


Tab.15: Häufigkeitsverteilung des HURXTHAL Index im Zwischenwirbelraum L₄/L₅ in den einzelnen Altersklassen der Männer, getrennt in die Gruppen "normal" u. "pathologisch"

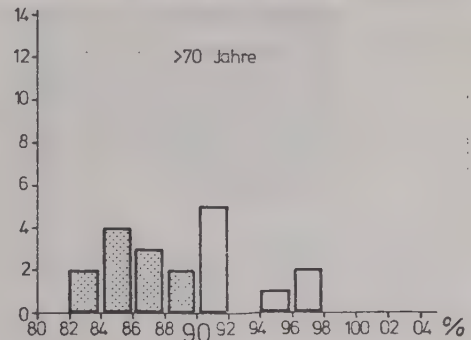
NORDIN-INDEX L₃/L₄ FRAUEN

NORMAL

PATH.

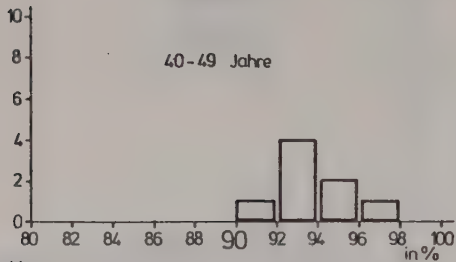


Tab.16: Häufigkeitsverteilung des NORDIN Index im Zwischenwirbelraum L₃/L₄ in den einzelnen Altersklassen der Frauen, getrennt in die Gruppen "normal" u. "pathologisch"

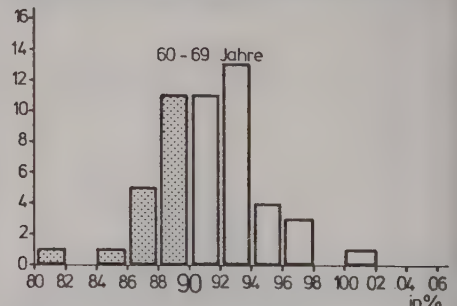
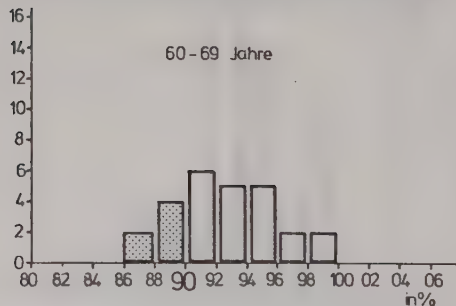
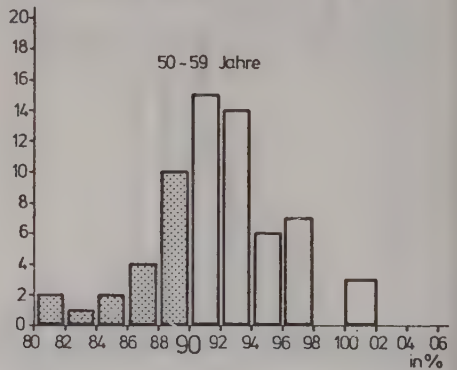
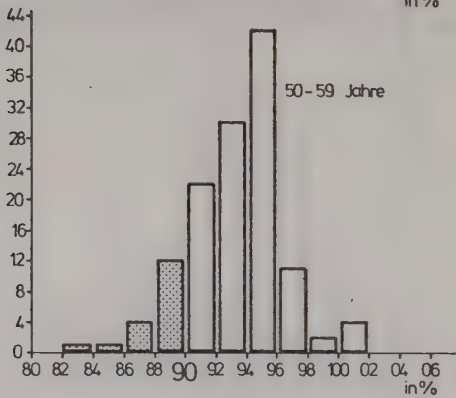
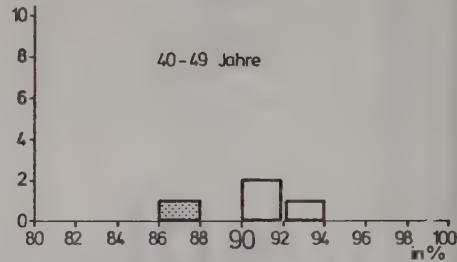


NORDIN INDEX L₄/L₅ FRAUEN

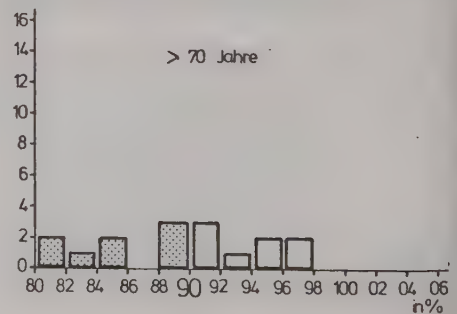
NORMAL



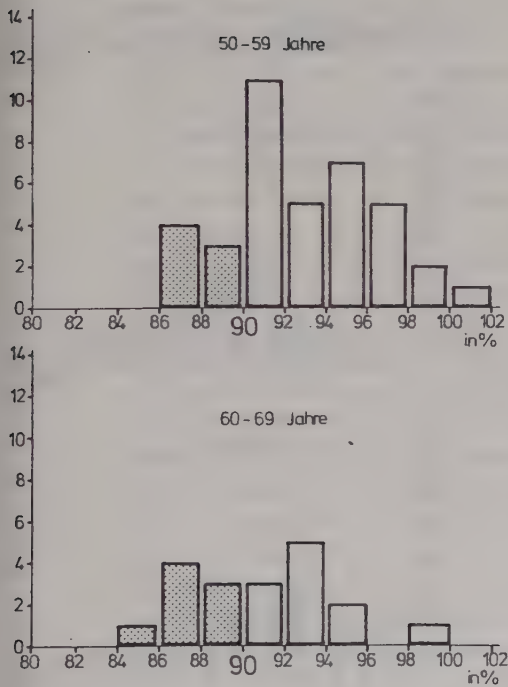
PATH.



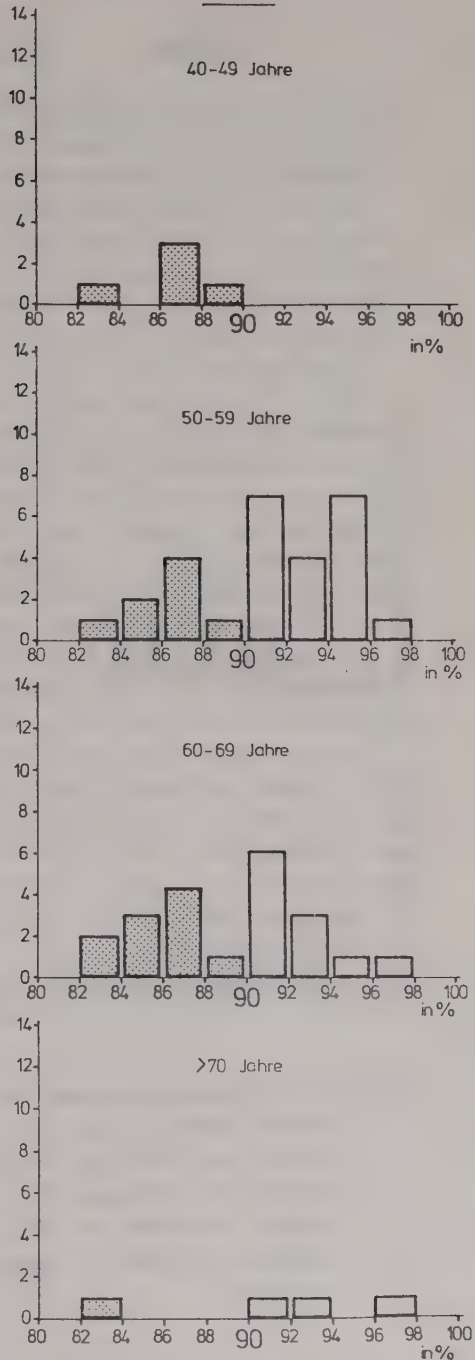
Tab.17: Häufigkeitsverteilung des NORDIN Index im Zwischenwirbelraum L₄/L₅ in den einzelnen Altersklassen der Frauen, getrennt in die Gruppen "normal" u. "pathologisch"



NORMAL



PATH.

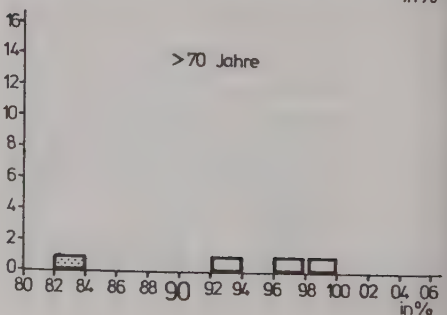
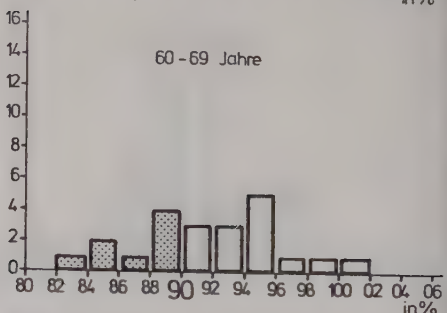
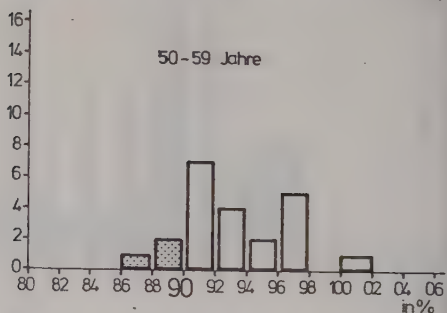
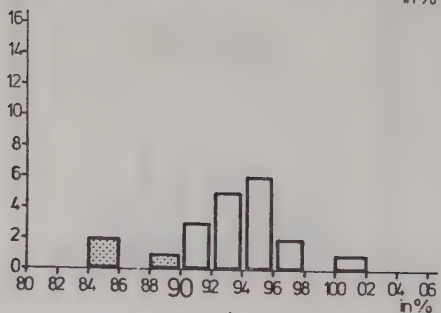
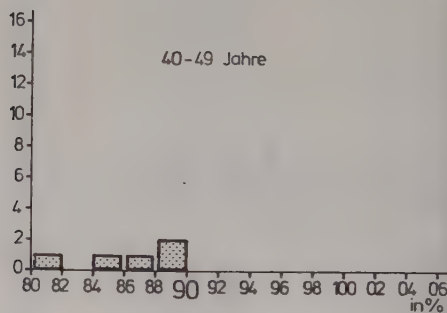
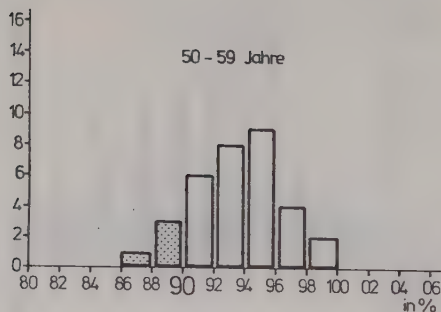


Tab.18: Häufigkeitsverteilung des NORDIN Index im Zwischenwirbelraum L₃/L₄ in den einzelnen Altersklassen der Männer, getrennt in die Gruppen "normal" u. "pathologisch"

NORDIN-INDEX L₄/L₅ MÄNNER

NORMAL

PATH.



Tab.19: Häufigkeitsverteilung des NORDIN Index im Zwischenwirbelraum L₄/L₅ in den einzelnen Altersklassen der Männer, getrennt in die Gruppen "normal" u. "pathologisch"

C: Ergebnisse der Tabellen 20 - 32

Die Sagittalfäche des Zwischenwirbelraumes EFl und die Zwischenwirbelraumhöhe g sind in den einzelnen Altersklassen für Frauen und Männer der beiden Vergleichskollektive getrennt aufgeführt. In der jeweils gleichen Altersklasse wurde der Mittelwert der Normalgruppe mit dem Mittelwert der pathologischen Gruppe mit Hilfe des t-Testes verglichen, um zu prüfen, ob sich ein signifikanter Unterschied zwischen diesen Mittelwerten ergibt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 20,21 und 22,23 für die Sagittalfäche EFl und in den Tabellen 24,25 und 26,27 für den Wirbelparameter g aufgeführt. Wir finden daß die Fläche des Zwischenwirbelraumes sich in allen Altersklassen signifikant unterscheidet, wobei der Mittelwert der Osteoporosegruppe durchweg höher liegt als der Mittelwert des Normalkollektivs. Die Signifikanz liegt in den meisten Fällen auf dem 1%-Niveau der Irrtums-Wahrscheinlichkeit. Das Gleiche gilt für den Wirbelparameter g mit Ausnahme der Gruppe der 40 bis 49jährigen Frauen, die allerdings nur mit Fallzahlen von 8 und 11 in dieser Klasse vertreten sind. In der Tabelle 28 finden wir die Übersicht, in der die Mittelwerte und Standardabweichungen für den Wirbelparameter g ohne Altersgruppierung für Frauen und Männer für beide Zwischenwirbelräume L3/L4 und L4/L5 zusammengestellt sind. Die t-Teste zur Untersuchung der signifikanten Unterschiede erübrigen sich hier, da sie schon in den einzelnen Altersklassen durchgeführt wurden. Die gewonnenen Ergebnisse wurden noch einmal zur besseren Übersicht in den Tabellen 29 und 30 für die Sagittalfäche des Zwischenwirbelraumes EFl und in den Tabellen 31 und 32 für die Zwischenwirbelraumhöhe g graphisch dargestellt.

Alter	n	EFl norm	n	EFl path	t-Wert Sign.	
40-49		—	5	533,0 ± 132,66	—	
50-59	38	439,8 ± 72,21	27	504,9 ± 84,08	3,34499	**
60-69	19	459,3 ± 60,45	21	524,0 ± 77,79	2,91464	**
> 70		—	4	567,6 ± 152,31	—	

Tab. 20 Mittelwerte und Standardabweichung für "EFl" mit t-Test für die Gruppe Männer L 3/L 4

Alter	n	EFl norm	n	EFl path	t-Wert Sign.	
40-49	11	362,3 ± 32,68	8	418,8 ± 67,01	2,44310	*
50-59	146	359,6 ± 59,28	87	402,1 ± 74,42	4,80518	**
60-69	30	376,2 ± 59,13	67	411,1 ± 66,24	2,47661	*
> 70		—	21	361,2 ± 75,23	—	

Tab. 21 Mittelwerte und Standardabweichung für "EFl" mit t-Test für die Gruppe Frauen L 3/L 4

Alter	n	EFl norm	n	EFl path	t-Wert	Sign.
40-49		—	5	533,0 $\pm$ 132,66	—	
50-59	32	434,0 $\pm$ 65,76	23	506,2 $\pm$ 91,88	2,7851	***
60-69	20	440,4 $\pm$ 82,21	22	528,5 $\pm$ 105,02	3,45353	***
70		—	3	483,2 $\pm$ 196,54	—	

Tab. 22: Mittelwerte und Standardabweichung für "EFl" mit t-Test für die Gruppe Männer L 4/L 5

Alter	n	EFl norm	n	EFl path	t-Wert	Sign.
40-49	7	380,0 $\pm$ 37,91	3	474,0 $\pm$ 93,74	2,38044	*
50-59	131	363,3 $\pm$ 83,24	66	406,9 $\pm$ 83,12	3,47205	***
60-69	26	350,0 $\pm$ 65,93	52	394,1 $\pm$ 88,0	2,25552	*
70		—	15	386,7 $\pm$ 74,92	—	

Tab. 23: Mittelwerte und Standardabweichung für "EFl" mit t-Test für die Gruppe Frauen L 4/L 5

Alter	n	g norm	n	g path	t-Wert	Sign.
40-49		—	5	13,0 ± 2,26	—	
50-59	38	10,7 ± 1,50	27	12,0 ± 1,72	3,23963	**
60-69	19	11,2 ± 1,16	21	12,6 ± 1,30	3,57864	**
> 70		—	4	12,5 ± 2,65	—	

Tab.24: Mittelwerte und Standardabweichung für "g" mit t-Test für die Gruppe Männer L 3/L 4

Alter	n	g norm	n	g path	t-Wert	Sign.
40-49	11	10,3 ± 1,13	8	10,7 ± 1,51	0,66221	-
50-59	146	9,9 ± 1,39	87	10,8 ± 1,58	4,54224	**
60-69	30	10,0 ± 1,47	67	10,9 ± 1,50	2,74817	**
> 70		—	21	9,7 ± 1,85	—	

Tab.25: Mittelwerte und Standardabweichung für "g" mit t-Test für die Gruppe Frauen L 3/L 4

Alter	n	g norm	n	g path	t-Wert	Sign.
40-49		—	5	12,0 ± 1,87	—	
50-59	32	10,5 ± 1,77	23	11,8 ± 1,92	2,59356	*
60-69	20	10,4 ± 1,51	22	12,3 ± 2,20	3,18471	***
> 70		—	3	11,0 ± 3,61	—	

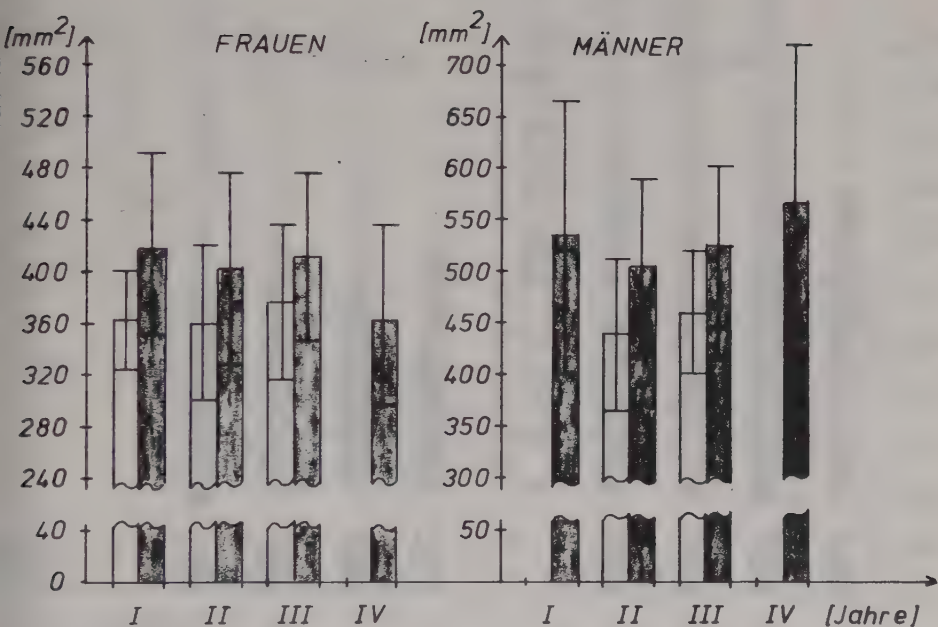
Tab. 26: Mittelwerte und Standardabweichung für "g" mit t-Test für die Gruppe Männer L 4/L 5

Alter	n	g norm	n	g path	t-Wert	Sign.
40-49	8	10,3 ± 1,10	4	11,3 ± 2,33	1,03787	-
50-59	130	9,8 ± 2,42	65	10,7 ± 1,80	2,65298	***
60-69	26	9,1 ± 1,66	51	10,3 ± 1,97	2,65986	***
> 70		—	16	9,9 ± 2,02	—	

Tab. 27: Mittelwerte und Standardabweichung für "g" mit t-Test für die Gruppe Frauen L 4/L 5

L 3/L 4		L 4/L 5	
FRAUEN	norm (187 Fälle)	$10,04 \pm 0,20$	(164 Fälle) $9,73 \pm 0,60$
	path (183 Fälle)	$10,51 \pm 0,56$	(136 Fälle) $10,55 \pm 0,60 -$
MÄNNER	norm (57 Fälle)	$10,97 \pm 0,35$	(52 Fälle) $10,45 \pm 0,07$
	path (57 Fälle)	$12,51 \pm 0,43$	(53 Fälle) $11,78 \pm 0,56$

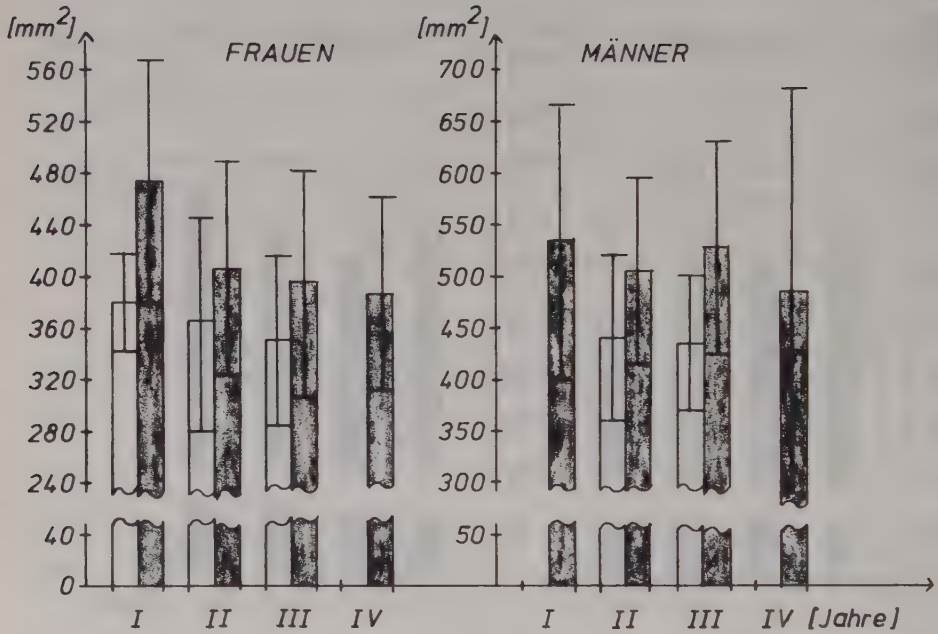
Tab. 28: Mittelwerte und Standardabweichungen für den Wert g



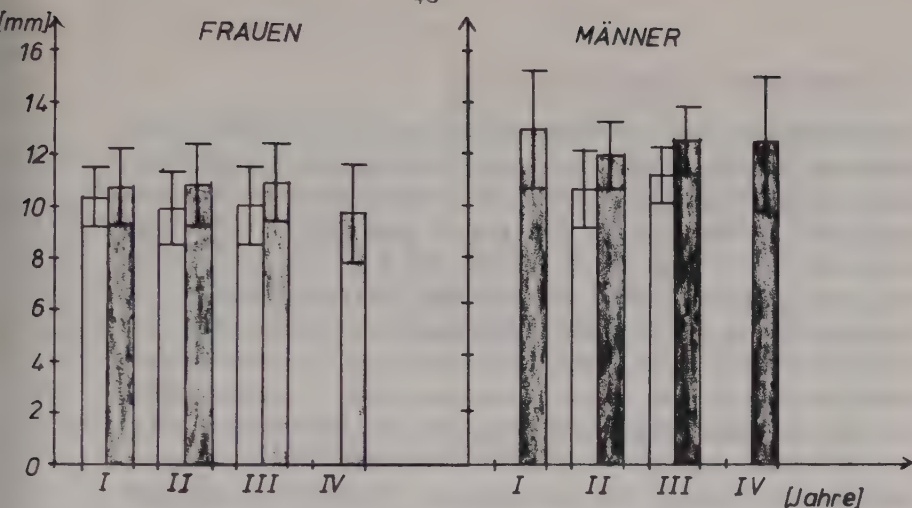
Tab. 29: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Sagittalfäche EFl des Zwischenwirbelraumes L3/L4 für beide Untersuchungsgruppen in den einzelnen Altersklassen

■ = Osteoporosegruppe
 □ = Osteoporosefreie Gruppe

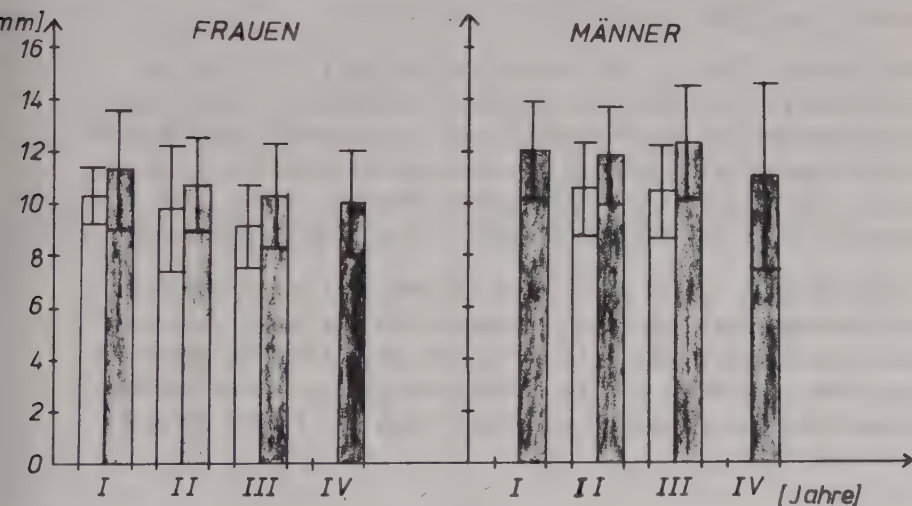
I = Altersklasse der 40 - 49 jährigen
 II = Altersklasse der 50 - 59 jährigen
 III = Altersklasse der 60 - 69 jährigen
 IV = Altersklasse der über 70 jährigen



Tab. 30: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Sagittalfäche EFl des Zwischenwirbelraumes L4/L5 für beide Untersuchungsgruppen in den einzelnen Altersklassen



Tab. 31: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Zwischenwirbelraumhöhe g für beide Untersuchungsgruppen in den einzelnen Altersklassen im Zwischenwirbelraum L3/L4



Tab. 32: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Zwischenwirbelraumhöhe g für beide Untersuchungsgruppen in den einzelnen Altersklassen im Zwischenwirbelraum L4/L5

D : Ergebnisse der Tabellen 33 - 39

Die Mittelwerte und Standardabweichungen mit t-Testen in den einzelnen Altersgruppen für den Wirbelparameter h sind für Männer im Zwischenwirbelraum L 3/L 4 und L 4/L 5 in den Tabellen 33 und 35 dargestellt. Für Frauen sind die gleichen Werte im Zwischenwirbelraum L 3/L 4 und L 4/L 5 in den Tabellen 34 und 36 aufgeführt. Anschließend finden wir in der Tabelle 37 die Mittelwerte und Standardabweichungen für den Wert h für alle Altersgruppen zusammengefaßt für beide Zwischenwirbelräume nach Geschlecht getrennt aufgezeichnet. Hierbei darf für den Zwischenwirbelraum L 4/L 5 bei den Frauen kein Mittelwert berechnet werden, da in den Altersgruppierungen selbst signifikante Unterschiede auftreten und deshalb eine gesamte Mittelwertberechnung verbieten (s. Tab. 2 u. 5). In der pathologischen Frauengruppe L 3/L 4 wird zur Mittelwertberechnung die Altersklasse IV weggelassen, da sie mit 21 Fällen gering besetzt ist und der große Unterschied zu den Mittelwerten in den anderen Gruppen den Verdacht aufkommen läßt, daß hier auf Grund der zu geringen Fallzahlen dem Mittelwert eine nicht allzu große Zuverlässigkeit der Aussage zukommt.

Die Tabelle 38 zeigt die t-Teste für den Wert h bei beiden Zwischenwirbelräumen der männlichen Probanden. Es ergibt sich ein signifikanter Unterschied für den Wert h auf dem 1%-Niveau im Zwischenwirbelraum L 3/L 4; im Zwischenwirbelraum L 4/L 5 zeigt sich ebenfalls ein Unterschied zwischen Normal- und Osteoporose-Kollektiv, der aber statistisch nicht nachweisbar ist.

In der Tabelle 39 ist der t-Test für den Wert h der Frauen im Zwischenwirbelraum L 3/L 4 dargestellt. Es zeigt sich auch hier ein signifikanter Unterschied auf dem 1%-Niveau zwischen dem Normal-Kollektiv und der Osteoporosegruppe, wobei der Mittelwert der Osteoporosegruppe höher liegt als in der Normalpersonengruppe.

Alter	n	h norm $\pm$ s	n	h path $\pm$ s	t-Wert	Sign.
50-59	38	8,09 $\pm$ 1,16	27	8,65 $\pm$ 1,85	1,5001	-
60-69	19	7,71 $\pm$ 1,33	21	8,81 $\pm$ 1,89	2,1080	x

Tab. 33: Mittelwerte und Standardabweichung mit t-Test für den Wert h bei Männer L 3/L 4

Alter	n	h norm $\pm$ s	n	h path $\pm$ s	t-Wert	Sign.
40-49	11	8,05 $\pm$ 0,69	8	8,81 $\pm$ 1,07	1,8872	-
50-59	146	7,47 $\pm$ 1,23	87	7,51 $\pm$ 1,65	0,2117	x
60-69	30	7,08 $\pm$ 1,37	67	7,66 $\pm$ 1,56	1,7559	-

Tab. 34: Mittelwerte und Standardabweichung mit t-Test für den Wert h bei Frauen L 3/L 4

Alter	n	h norm $\pm$ s	n	h path $\pm$ s	t-Wert	Sign.
50-59	32	7,80 $\pm$ 1,24	23	8,50 $\pm$ 1,88	1,6662	-
60-69	20	7,30 $\pm$ 1,37	22	8,30 $\pm$ 1,52	2,2326	x

Tab. 35: Mittelwerte und Standardabweichung mit t-Test für den Wert h bei Männer L 4/L 5

Alter	n	h norm $\pm$ s	n	h path $\pm$ s	t-Wert	Sign.
40-49	3	8,40 $\pm$ 0,98	7	9,50 $\pm$ 1,73	1,3156	-
50-59	66	7,40 $\pm$ 1,57	131	7,80 $\pm$ 1,65	1,6625	-
60-69	52	6,60 $\pm$ 1,51	26	7,60 $\pm$ 1,90	2,3397	x

Tab. 36: Mittelwerte und Standardabweichung mit t-Test für den Wert h bei Frauen L 4/L 5

		L 3/L 4	L 4/L 5
FRAUEN	norm	$7,57 \pm 1,90$	_____
	path	$7,99 \pm 2,47$	_____
MÄNNER	norm	$7,90 \pm 1,77$	$7,55 \pm 1,88$
	path	$8,58 \pm 1,87$	$8,27 \pm 2,84$

Tab. 37: Mittelwerte und Standardabweichungen für den Wert h.
Erläuterungen s. Text

	n	h norm	n	h path	t-Wert	Sign.
Männer L 3/L 4	57	$7,90 \pm 1,77$	57	$8,58 \pm 1,87$	2,0221	*
Männer L 4/L 5	53	$7,55 \pm 1,88$	52	$8,27 \pm 2,84$	1,5309	-

Tab. 38: t-Test für beide Kollektive der Männer bei beiden
Zwischenwirbelräumen für den Wert h

	n	h norm	n	h path	t-Wert	Sign.
Frauen L 3/L 4	187	$7,57 \pm 1,90$	183	$7,99 \pm 2,47$	2,0219	*

Tab. 39: t-Test für beide Kollektive der Frauen beim Zwischen-
wirbelraum L 3/L 4 für den Wert h

IV :

DISKUSSION

A : Altersmäßige Abhängigkeit der Wirbelparameter v , h , g , EFl

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse der angestellten Untersuchungen für die Normalgruppen in den Tabellen 1 bis 3, so können wir zwar eine Abnahme der Werte durch die einzelnen Altersklassen von 40 bis über 70 Jahre verfolgen. Ein statistisch signifikanter Unterschied zeigte sich in der Varianzanalyse mit nachfolgendem SCHEFFE-Test nur bei einigen Parametern. Das mag daran liegen, daß in dieser Arbeit, deren Hauptaufgabe eine andere war, die Untersuchung über einen zu geringen Zeitraum (teilweise nur zwei Gruppen zwischen 50 und 69 Jahre) geht und die Klassen unterschiedlich besetzt sind. Es läßt sich ein Unterschied für alle Parameter zwischen den Mittelwerten für Männer und Frauen feststellen. Der Mittelwert für den betreffenden Wirbelparameter bei Frauen liegt niedriger als bei den Männern. Obige Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen verschiedenster Autoren überein, daß das Bandscheibengewebe eine physiologische Degeneration während des Alterns durchmacht. Hierzu veröffentlichen KEYES und COMPERE (10) Untersuchungen über den Wassergehalt der Bandscheibe bei Neugeborenen, bei Zwölfjährigen und bei 72jährigen. Die Werte werden beim Neugeborenen mit 88%, beim 12jährigen mit 80% und beim 72jährigen mit 70% Wasser angegeben.

Nach SCHMORL (15) findet man bereits im dritten Lebensjahrzehnt eine beginnende Degeneration der Bandscheibe mit einer Eintrocknung des Gewebes, besonders des Nucleus Gewebes; röntgenologisch stellt sich diese Degeneration als Höhenabnahme des Zwischenwirbelraumes dar.

HURXTHAL (7), der bei zehn jüngeren und zehn älteren weiblichen Patienten die Wirbelhöhen und Wirbelzwischenräume ausgemessen hat, findet sowohl für die Größe v (mittlerer Abstand zwischen den Wirbelkörperpervorderkanten) und h (mittlerer Abstand zwischen den Wirbelkörperhinterkanten) für die jüngere Gruppe einen wesentlich höheren Wert als für die ältere Gruppe. Ähnliche Untersuchungen über die entsprechenden Wirbelparameter

wurden auch von GOIHL (6) durchgeführt. In dieser Arbeit wird eine signifikante Abnahme der Mittelwerte für die Strecken v und h als auch für die Fläche des Zwischenwirbels mit zunehmendem Alter nachgewiesen. In den pathologischen Gruppen sehen wir ein vereinzelteres Auftreten von signifikanten Unterschieden für die Wirbelparameter in den Tabellen 4 bis 7, ohne daß darin eine systematische Zu- oder Abnahme der Werte zu erkennen wäre. Die Erklärung dafür besteht wohl darin, daß hier der Effekt der altersmäßigen Schrumpfung der Bandscheibe durch den pathologischen Vorgang, der in dieser Arbeit nachzuweisenden Volumenzunahme der Bandscheibe bei Osteoporose überlagert wird.

B :

NORDIN-Index und HURXTHAL-Index

Die Häufigkeitsverteilung der Indices, Abbildung 12 bis 19 zeigt, daß die angegebene Schwelle von 35% für den HURXTHAL-Index und selbst der von 80 auf 90% erhöhte Grenzwert für den NORDIN-Index für das vorliegende Patientengut nicht geeignet ist, für die Klinik eine Trennung zwischen der Diagnose "normale und osteoporotische Wirbelsäule" vorzunehmen. Dazu ist die Streubreite der Indexwerte sowohl in der normalen als in der pathologischen Untersuchungsgruppe zu groß. Selbst der Versuch, die Schwelle "normal-pathologisch" für den HURXTHAL-Index niedriger und für den NORDIN-Index höher zu legen, scheitert an der Tatsache, daß man für das Erkennen der Osteoporose einen Schwellenwert haben müßte, der es erlaubte, kranke Patienten mit 90%iger Sicherheit von Normalpersonen zu unterscheiden. Zu bemängeln ist außerdem bei der Aufstellung des HURXTHAL-Indexes sowie des NORDIN-Indexes, daß keine Rücksicht auf die offensichtlich vorhandenen Unter-

schiede der Wirbelparameter zwischen Männer und Frauen genommen wurde. Die Durchschnittswerte liegen nach unseren Berechnungen bei den Frauen niedriger als bei den Männern. Dieses Untersuchungsergebnis steht auch in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von GOIHL (6) aus dem Jahre 1971.

Bleiben wir bei den von BARNETT und NORDIN (2) angegebenen Grenzwert von 80%, so können wir sagen, daß der HURXTHAL-Index bei einer Osteoporose früher pathologisch wird; d.h. einen empfindlicheren Indikator darstellt als der NORDIN-Index. Daraus kann man ableiten, daß die Konkavierung der Wirbelkörper einem späteren Entwicklungsstadium der Osteoporose angehört als die Bandscheibenexpansion. Das bedeutet, ein "pathologischer HURXTHAL Index" beruht weniger auf der Konkavierung der Wirbelkörper als auf der Vergrößerung der Bandscheibenhöhe g. Diese Aussage wird gestützt durch signifikante Flächenzunahme des Zwischenwirbelraumes bei der Osteoporose. Die radiologische Diagnose wird offenbar früher gestellt als der von BARNETT und NORDIN (2) angegebene Grenzwert zum pathologischen Bereich hin überschritten wird. Es scheint so, daß der von den Autoren festgelegte Grenzwert von 80% nur für die fortgeschrittenen Osteoporosen Gültigkeit hat. Auch die aus methodischen Gründen eingesetzte Grenze von 90% erlaubte keine befriedigende Trennung der Kollektive "pathologisch und normal". Von NORDIN (2) selbst wird konstatiert, daß seine Methode die Osteoporose "unterdiagnostiziert". Das bedeutet: Sie produziert falsch negative aber nicht falsch positive Ergebnisse. Das stimmt auch mit unseren Ergebnissen überein. Wenn wir in den Verteilungskurven des NORDIN-Indexes den Grenzwert auf 80% legen, dann liegen die Indexwerte nahezu alle im normalen Bereich. Mit anderen Worten: Bei dem Osteoporosekollektiv befinden sie sich im falsch negativen Bereich. Die aus den Abbildungen 8 und 9 gewonnenen Erkenntnisse lassen allerdings die Aussage zu, daß ein errechneter HURXTHAL-Index, der im oberen Grenzbereich der Normalstreuung oder sogar außerhalb der doppelten Standardabweichung liegt, wenn wir den aus vorliegendem Material

errechneten Mittelwert des Grenzwertes und dessen Standardabweichung als Norm ansetzen, als pathologisch zu betrachten ist. Ein pathologisch verdächtiger Bereich liegt vermutlich zwischen einfacher und doppelter Standardabweichung nach oben. Für den NORDIN-Index läßt sich eine ähnliche Aussage nicht machen.

C : Zwischenwirbelraumfläche EFl und Zwischenwirbelraumhöhe g

Betrachten wir noch einmal die Ergebnisse der Tabellen 20 bis 22, so stellen wir fest, daß die Sagittalfäche des Zwischenwirbelraumes in den beiden Kollektiven einen signifikanten Unterschied auf dem 1%-Niveau der Irrtums-Wahrscheinlichkeit aufweist, wobei der Osteoporosewert höher liegt als der des Normalkollektivs. Das gleiche gilt für die Zwischenwirbelraum-Mittenhöhe g. Zusammen mit der signifikanten Erhöhung des hinteren Wirbelkörperabstandes bei Osteoporose (s. Tab. 26 und 27) und der Tatsache, daß die Hyperlordose als Begleitsymptom der Osteoporose zu betrachten ist, können wir als bewiesen ansehen, daß es auch ohne Bikonkavierung der angrenzenden Wirbelkörperdeckplatten bei der Osteoporose zu einer Vergrößerung des Bandscheibenvolumens durch einen geringen Anhub des darüber liegenden Wirbels kommt. Zur Bestätigung dieser Schlußfolgerung wird auf die Arbeit von P.-RAVAULT, P, et al. 1969 (14) hingewiesen, die die Sagittalfächen der Zwischenwirbelräume L3/L4 und L4/L5 bei 20 Osteoporose-Patienten und einer Normalgruppe von 44 Probanden mit dem Planimeter ausgemessen haben, wobei gleichzeitig die Fläche des Wirbelkörpers mitbestimmt wurde. Sie kamen ebenfalls zu dem Ergebnis, daß bei den Osteoporose-Patienten der Zwischenwirbelraum L3/L4 und L4/L5 eine signifikante Erhöhung gegenüber dem normalen Vergleichskollektiv aufweist. Ebenso veröffentlichten BARON und BARSONY (3) schon 1927 eine Arbeit über zentral eingedellte Wirbelkörper und berichten hierin über einen Fall von Osteoporose, bei dem sie eine Bandscheibenvolumenzunahme ohne Bikonkavität der

Wirbelkörper anhand von vergleichenden Röntgenbildern fanden. Als indirekter Hinweis, daß die Osteoporose sich nicht allein auf den Knochen beschränkt, sondern sich auch auf die Bindegewebsstrukturen erstreckt, ist die Überlegung von JESSERER (8) zu werten, der schreibt, daß die Schmerzen, die bei einer pathologischen Porose auftreten, nicht durch eine Verminderung der Knochendichte hervorgerufen werden können. Die Tatsache, daß HURXTHAL (7) bei seinen Messungen im Lendenwirbelsäulenbereich auch die Bandscheibemittelhöhe einbezog, beweist, daß ebenfalls von anderen Autoren Veränderungen der Bandscheibe bei Osteoporose beobachtet wurden.

Das Ergebnis einer Zunahme des Bandscheibenraumes bei Osteoporose steht im Gegensatz zu den Untersuchungsergebnissen der verschiedensten Autoren, die an normalen Wirbelsäulen eine durch die Dezzennien zu verfolgende Altersdegeneration der Bandscheibe mit zunehmender Fibrosierung und Substanz- und Elastizitätsverlusten beschrieben haben. Untersuchungen über den Wassergehalt der Bandscheibe ergeben die dazu entsprechende Relation mit Abnahme des Wassergehaltes von 88% im Neugeborenenalter bis zu 70% Wassergehalt im hohen Lebensalter. Zum Entstehungsmechanismus der Bikonkavität der Wirbelkörper bei Osteoporose wird von DEQEKER, FRANSSENS und BORREMANS (5) ein interessanter Aspekt geliefert, der zu bedenken gibt, daß das Ausmaß der Bikonkavierung auch von Faktoren wie Körpergewicht und Muskelzug abhängt. Inwieweit die Bandscheibenexpansion also für die Konkavierung der Wirbelkörperdeckplatten verantwortlich ist, läßt sich im Einzelfall, da oben angegebene zusätzliche Faktoren nicht bekannt sind, nicht beurteilen. Eine ätiologische Klärung der Bandscheibenvolumenzunahme bei Osteoporose steht noch aus.

V: Z U S A M M E N F A S S U N G

Es wurden von seitlichen Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule aus der Rheumaklinik Bad Kreuznach in den Jahren 1962 bis 1969 zwei je etwa 250 Fälle große Kollektive gebildet, wobei das eine Kollektiv nach der röntgenologischen Diagnose frei von Osteoporose war und das andere osteoporotische Wirbelkörper zeigte. Diese zwei Hauptgruppen wurden noch einmal nach Geschlecht getrennt und den verschiedenen Altersstufen (40-49, 50-59, 60-69 und über 70) zugeordnet.

Die Altersgruppen waren unterschiedlich besetzt. An diesen Röntgenbildern wurden die Zwischenwirbelräume L3/L4 und L4/L5 vermessen. Untersucht wurde eine altersmäßige Abhängigkeit der vermessenen Strecken. Diese bestand bei dem Normalkollektiv in einer Abnahme der Werte, während eine solche für das pathologische Kollektiv nicht nachzuweisen war. Zum anderen wurde mit den gemessenen Strecken die Flächen der beiden Zwischenwirbelräume berechnet und eine Varianzanalyse zwischen den beiden Kollektiven für die Sagittalfächen der Zwischenwirbelräume durchgeführt. Hiermit ließ sich eindeutig nachweisen, daß bei dem Osteoporose-Kollektiv eine Zwischenwirbelraumvolumenzunahme erfolgt war. Varianzanalysen wurden auch für die Zwischenwirbelraumhöhe und den hinteren Wirbelkörperkantenabstand durchgeführt. Auch hier wurden signifikante Unterschiede zwischen dem Normal- und Osteoporosekollektiv gefunden, als Nachweis dafür, daß die Bandscheibenvolumenzunahme nicht allein auf eine Bikonkavierung der Wirbelkörper zurückzuführen ist. Zum Schluß wurde noch die klinische Verwendbarkeit für die frühe röntgenologische Diagnose einer Osteoporose von zwei in der Literatur beschriebenen Indices getestet. Es handelte sich dabei um den Index, der von BARNETT und NORDIN 1960 (1) angegeben wurde. Dieser besteht im Verhältnis der Strecken der Wirbelkörpervorderkantenhöhe zur Wirbelkörpermittenhöhe und wird mit einem Grenzwert von 80% angegeben.

Der andere Index ist der HURXTHAL Index. Dieser beinhaltet das Verhältnis der Zwischenwirbelraumhöhe zur Wirbelkörpermittenhöhe des darüberliegenden Wirbels. Der Grenzwert wird hier nach SIEGELMANN (16) mit 35% angegeben. Beim Grenzwert des NORDIN Indexes von 80% liegen die errechneten Indexwerte bei osteoporotischen Wirbelkörpern ohne stärkere Bikonkavierung, also im frühen Stadium der Osteoporose, alle im falsch normalen Bereich. Bei Heraufsetzen des Grenzwertes auf 90% wird wie beim HURXTHAL Index zwar ein vermehrtes Auftreten beim Normalkollektiv im normalen Bereich und beim pathologischen Kollektiv im pathologischen Bereich gesehen, jedoch ist die Streubreite so groß, daß eine Trennung in "osteoporosefrei" und "osteoporosekrank" nicht mit 90% Sicherheit erfolgen kann. Deshalb sind die Indices für den klinischen Gebrauch nicht anwendbar.

VI :

LITERATURVERZEICHNIS

10. Keyes, B. L.
Compere, E. L. The normal and pathological Physiology
of the Nucleus pulposus of the inter-
vertebral Disc
J. Bone Jt. Surg. 14 (1932) 897
11. Otte, P. Radiologisches Verhalten der Zwischen-
wirbelräume
Verh. Dtsch. Ges. Orthop. Traumat. 57.
Kongr. (1971) 239
12. Otte, P. Die orthopädische Problematik der prä-
senilen Osteoporose
Zschr. Rheumaforschg. 31 (1972) 388
13. Otte, P. Biomechanische Aspekte der präsenilen
Osteoporose
Orthop. Praxis 5 (1974) 271
14. P.-Ravault, P.
et al. Un signe précode d'osteoporose rachi-
dienne: l'élargissement des interlignes
discaux lombaires
Rev. Lyon. Med. 18 (1969) 603
15. Schmorl, G. Beiträge zur pathologischen Anatomie
der Wirbelbandscheiben und ihre Be-
ziehungen zu den Wirbelkörpern
Arch. orthop. Chir. 29 (1931) 389
16. Siegelman, S. in Osteoporosis: the state of the art.
A symposium report. Barzel u.s. (Hrsg.)
Amer. J. Clin. Nutr. 23 (1970) 833
17. Wietek, S. Die Formveränderungen der Zwischen-
wirbelräume der unteren Lendenwirbel-
säule bei beginnender Osteoporose
Inauguraldissertation, Hamburg (1971)

Die Arbeit wurde ermöglicht durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Dr. SCHACHERL, Facharzt für Radiologie, der als Leiter der Röntgenabteilung der Rheumaklinik Bad Kreuznach (Chefarzt Prof.Dr.A.GAMP), die mit abgeschlossener Diagnose archivierten Röntgenaufnahmen zur Verfügung stellte. Die statistische Bearbeitung der Meßergebnisse erfolgte unter Anleitung des Institutes für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz (Direktor Prof.Dr.KOLLER) mit freundlicher Unterstützung von Frau Diplomphysikerin I.HAHN.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof.P.OTTE für die Anregung zu dieser Arbeit und für die beratende Hilfe bei der Erstellung.

LEBENS LAUF

Geburt am 30.4.1943 in Dernbach b. Montabaur.

Besuch der Volksschule Dernbach von Ostern 1950
bis Ostern 1954, anschließend staatl. Gymnasium
Montabaur bis zum Abitur, am 25.2.1964.

Beginn des Medizinstudiums an der Universität
Mainz im SS 1964, Physikum am 17.4.1967.

WS 1967/68 immatrikuliert an der med. Fakultät
der Universität Innsbruck.

Ab SS 1968 bis zur ärztlichen Prüfung, am 27.5.1970
an der med. Fakultät der Universität Freiburg.

Medizinalassistent vom 1.7.1970 bis 31.10.1970
an der Chirurg.Univ.Klinik Mainz, vom 1.11.1970
bis 28.2.1971 an der Orthop.Univ.Klinik Mainz und
vom 1.4.1971 bis 31.7.1971 an der inneren Abteilung
des Stadtkrankenhauses Rüsselsheim.

Approbation erhalten am 3.8.1971.

Stabsärztliche Tätigkeit bei der Bundeswehr vom
6.9.1971 bis 5.12.1971.

Assistenzarzt an der chirurgischen Abteilung des
St. Hildegardis Krankenhauses Mainz vom 6.12.1971
bis 31.12.1972.

Seit 15.1.1972 ununterbrochen als Assistenzarzt
an der Orthop. Klinik des Städt.Krankenhauses
Frankfurt a.M.-Höchst tätig.

Am 15.12.1967 Verehelichung mit Hedwig Maria Neukirchen,
Grundschullehrerin.

1968 Geburt eines Sohnes.

